المملكة العربية السعودية

وزارة التعليم العالي

جامعة أم القرى

كلية العلوم الاجتماعية

قسم الجغرافيا

الآثار الجيومورفولوجية للعمليات النهرية، والعمليات الساحلية في مناطق مختارة على طول المنطقة الساحلية الممتدة بين الليث والقنفذة

دراسة مقدمة إلى قسم الجغرافيا كمتطلب تكميلي لنيل درجة الماجستير في الجغرافيا

إعداد الطالبة

عفاف مسعد سعد السلمي

الرقم الجامعي: ٤٣٠٨٠٠٣٣

إشراف

أ.د. محمد سعيد البارودي

الفصل الدراسي الثاني

١٤٣٦هـ / ٢٠١٥م

الآثار الجيومورفولوجية للعمليات النهرية، والعمليات الساحلية في مناطق مختارة على طول المنطقة الساحلية الممتدة بين الليث والقنفذة

ملخص الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد أهم العمليات الجيمورفولوجية السائدة على منطقة الدراسة بين مدينتي الليث والقنفذة، وتحديدالأشكال الجيمورفولوجية العامة فيها، وإبراز العمليات التي أسهمت في تشكيل جيمورفولوجية ساحل المنطقة، وتوضيح الأخطار الناجمة عن هذه العمليات.

وقد اشتملت الدراسة على أربعة فصول؛ تناول الفصل الأول منها التعريف بموضوع الدراسة، وأهميتها، والمنهج، والأساليب المتبعة في إجراءات الدراسة، ثم التعرض لأهم الدراسات السابقة على مناطق كانت من ضمنها منطقة الدراسة أو مناطق متاخمة لها، وركز الفصل الثاني على الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة، وتم اختيار المنطقة التي تضم أهم حوضين؛ وهما وادي الأحسبة، ووادي قنونة باعتبارها دراسة حالة تمثل منطقة البحث، وتعكس خصائصها التفصيلية، ورُسمت خريطة جيومورفولوجية لتحديد أهم الاشكال الجيمورفولوجية في المنطقة بناء على أسباب نشأتها، وهي الأشكال النهرية، والأشكال الساحلية، إضافة إلى الأشكال الهوائية فهي تمثل مظهرًا مميزًا للمنطقة حاليًا، وتم التطرق إلى الخصائص المساحية، والشكلية، والتضاريسية لأحواض التصريف في المنطقة، ثم الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف،بينما تضمن الفصل الثالث العمليات الجيومورفولوجية النشطه حاليًا بالمنطقة وهي عمليات التجوية، والعمليات النهرية والعمليات الساحلية،كما تم التطرق إلى خطر السيول باعتبارها أهم الآثار الناجمة عن العمليات الجيومورفولوجية في المنطقة، واشتمل الفصل الرابع على النتائج والتوصيات، وكان من أهمها ضعف العمليات النهرية المؤثرة على ساحل المنطقة، ونشاط ملحوظ لعملية الإذابة الكاريستية على منطقة الساحل نتيجة لقلة التغذية الإرسابية من أحواض المنطقة.

وأوصت الدراسة بإجراء المزيد من البحوث والدراسات على ساحل البحر الأحمر السعودي مقترنة بوجود صور فضائية بدقة وضوح عالية، وسنوات طويلة لتقدير معدلات النحت، وضرورة اتخاذ التدابير اللازمة لمواجهة خطر التآكل في منطقة خط الساحل.

Geomorphological Effects of Riverine and Coastal Processes in Selected Areas Along the Coastal Areas Extended between Al-Alaith and Al-Qunfidah

Abstract

This study aims at determining the most significant and dominant processes on the study area between Al-Alaith and Al-Qunfidah, specify its general morphological forms, fix the processes contributing to the formation of the geomorphology of the area coast and determine the consequent dangers.

The study comprises four chapters. Chapter one includes definition of the subject, its significance, methodology and techniques and the most important previous studies on areas that were parts of the study area or contagious area. Chapter two focuses on the area's physical characteristics. The area, including the two most significant basins; Al-Ahsibah Valey and Ghanonah Valley as the study case representing the study area and reflecting its detailed characteristics, has been selected. A geomorphological map was drawn to determine the most important geomorphological forms in the area based on their creation reasons and which comprised riverine forms, coastal forms and windy forms. Area, form and relief features of the discharge basins in the area have been tackled; and followed by morphometric characteristics of the discharge network. The third chapter consists of the geomorphological processes which are currently active in the area, and which comprise weathering, riverine and coastal processes. the danger of the consequent floods has been covered. Chapter four includes results and recommendations, which are the weakness of riverine processes and area the presence of activity of the dissolution process on the coastal area, resulting from little sending nutrition from the area basin.The study recommends the conduct of further studies on the said coast, utilizing aerial images with high resolution and minuteness, and long estimation years of erosion rate and taking action on erosion danger on the coast line area.

قائمةالموضوعات

قائمة الأشكال

قائمة الجداول

قائمة الصورالفوتوغرافية

الفصل الأول

١- ١ موضوع الدراسة،وأهميتها

١- ٢ مشكلة الدراسة

١- ٣ أهداف الدراسة

١- ٤ منهج الدراسة، وأسلوبها

١- ٥الدراسات السابقة

١-١موضوع الدراسة وأهميتها

تكتظ المناطق الساحلية بمناطق الاستقرار البشري التي يقطنها مايزيد على نصف سكان العالم، وخط الساحل يتصف بشيء من عدم الاستقرار، وقد تراجع وتقدم مرارًا خلال الأدوار الجيولوجية (ديمارتون،عمر الحكيم،١٩٦٩،ص ٢٩)،ولابد من دراسة التطور التاريخي للمنطقة الساحلية بكل مكوناتها ووضعها الحالي وفهمها من حيث العمليات الساحلية، والنهرية، والهوائية، والأشكال الناتجة عن هذه العمليات المختلفة، وفي هذا الصدد تجدر الإشارة إلى أن المحاولات الأولى لشرح الأشكال الأرضية في المنطقة الساحلية قد نتجت من خلال علماء القرن التاسع عشر مثل:Charless Dorwiny،Charles Lyell،ورائد الجيمورفولوجي الأمريكي William Davis، وعلى الرغم من أن كمًا لا بأس به من الأبحاث قد أُجريت على مناطق ساحلية متفرقة خلال القرن العشرين، إلا أنه يمكن أن تُذكرالبحوث الجيومورفولوجية على المناطق الساحلية لم تتسم بالغزارة والعمق إلا في العقود القليلة الماضية، ولا زال الباب مفتوحًا لمزيد من الإسهامات البحثية لفهم ديناميكية المناطق الساحلية (Bird, 2008).

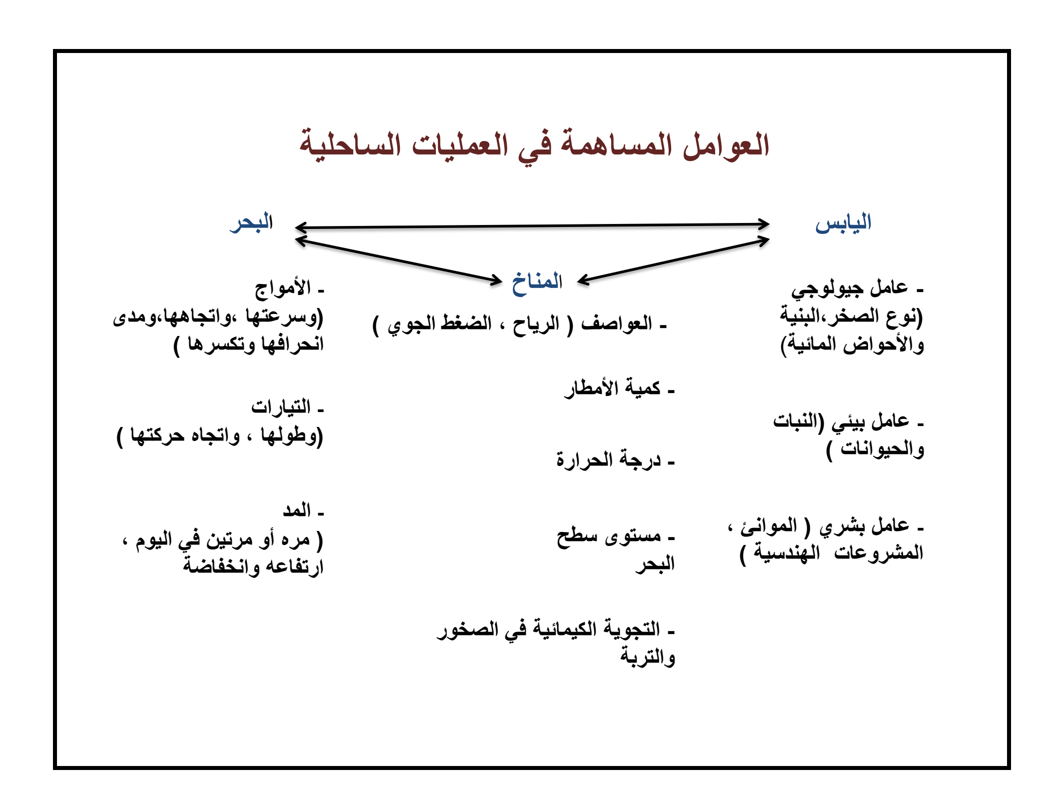
وتشمل دراسة المناطق الساحلية على عدد من المحاور كما عرفها (Bird, 2008)، وهي:

- تغير خط الساحل خلال فترات زمنية معينة مع تحليل العوامل التي تؤدي لهذا التغير.
- العمليات المختلفة في المنطقة البحرية المتاخمة للشاطئ، وأثرها على المنطقة الساحلية.
- دراسة تطور التاريخ الجيولوجي لمنطقة ما خاصة تغيرات مستوى سطح البحر والتغيرات المناخية.
- مصادر حركة الرواسب الساحلية وأنماطها.
- عمليات التجوية المختلفة في المنطقة الساحلية.
- تكوين الأشكال الأرضية الساحلية نتيجة للعمليات الجيولوجية، والسطحية، والمناخية، والمستويات النسبية لكل من الأرض والبحر.

وإن دل تنوع هذه المحاور على شيء فهو يدل على مدى ديناميكية العمليات الجيومورفولوجية التي تتحكم في المناطق الساحلية. ومن هنا يمكن أن نحدد إجمالاً العوامل الرئيسة التي تتحكم في العمليات الجيومورفولوجية الساحلية والأشكال الأرضية الناتجة عنها وهي:

- عوامل تتعلق باليابسة
- عوامل مناخية
- عوامل بحرية

وهذه تشمل العوامل المتعلقة باليابسة، العوامل الجيولوجية، والبيئية، والأنشطة البشرية المختلفة، وتشمل العوامل الجيولوجية عادةً أنواع الصخور، والنشاط التكتوني،وأحواض التصريف المختلفة. أما العوامل البيئية فتشمل الغطاء النباتي من حيث أنواعة وكثافتة وتأثيرة على نقل المياه المحملة بالرواسب إلى المنطقة الساحلية، وتمثل الأنشطة البشرية أحد أهم العوامل التي تؤثر على العمليات الساحلية، وخاصة المشاريع الهندسية، والتنموية المختلفة، بينما تشمل العوامل المناخية الرياح، واتجاهها على الساحل، وتأثيرها على حركة التيارات البحرية، والأمواج، وحركة الكثبان الرملية وتحديد اتجاهها، ثم الأمطاروما تسببه من جريان وإمكانية وصوله إلى منطقة خط الساحل، وكمية الرواسب التي يحملها، ودرجة الحرراة وتأثيرها على جفاف المنطقة وتذبذبات مستوى سطح البحر، وتأثيرها على الضغط الجوي، ودوره في توليد الرياح والعواصف،والتجوية الكميائية. أما العوامل البحرية تشمل الأمواج،واتجاهاتها وانحرافها، ومدى تكسرها على خط الساحل، والتيارات البحرية وتأثيرها على شكل خط الساحل، وأخيرًا حركات المد، والجزر، ومداهما، وتأثيرهماعلى خط الساحل.



١-٢مشكلة الدراسة:

تتأثر المناطق الساحلية في الأقاليم الجافة، ومنها المملكة العربية السعودية، بعمليتين أساسيتين؛ وهما العمليات الساحلية من جانب، والعمليات النهرية من جانب آخر.فحين تشكل العمليات الساحلية أشكالاً تميزها مثل: خط الساحل، والشواطئ، والجروف، والخلجان، والسبخات، فإن العمليات النهرية تشكل هي الأخري أشكالاً تميزها مثل: المراوح الفيضية، والقنوات المائية الجافة،والسهول الفيضية. وتختلف الأشكال الجيومورفولوجية المكونة للمناطق الساحلية، وكذلك خصائصها المكانية من منطقة ساحلية إلى منطقة ساحلية أخري وفق تأثرها بالعمليات الساحلية، والعمليات النهرية. فمثلاً المنطقة الساحلية التي توجد بها مروحة فيضية لهي دلالة على سيادة العمليات النهرية الإرسابية على المنطقة الساحلية. وعلى العكس من ذلك فعدم وجود مراوح فيضية في المناطق الساحلية واستبدالها بقنوات مائية جافة ذات جوانب حادة، وتصب في البحر مباشرة لهو دليل علي أن العمليات النهرية في المناطق الساحلية هي عمليات نحت نشطة؛ وليست إرساب. وفي كلتا الحالتين فإن العمليات الساحلية، وأشكالها تتغير من حالة إلى أخرى. وبهذا المفهوم سوف نقوم بدراسة المنطقة الساحلية الممتدة من القنفذة جنوبًا إلي الليث شمالاً.

١-٣أهداف الدراسة:
يمكن تلخيص أهم أهداف الدراسة في النقاط التالية:

١. الوصول إلى تحديد أهم العمليات النهرية والعمليات الساحلية السائدة حاليًا في منطقة البحث.
٢. مدى تأثير هذه العمليات على جيمورفولوجية المنطقة الساحلية.
٣. تحديد الأشكال النهرية والأشكال الساحلية بمنطقة الدراسة،وتوقيعها.
٤. دراسة الخصائص المكانية لكل من الأشكال النهرية، والأشكال الساحلية بمنطقة الدراسة.
٥. تحديد أساليب التعامل مع النتائج السلبية في مواجهة الأخطار الناجمة عن هذه العمليات، أو النتائج الإيجابية لها.

١-٤منهج الدراسة وأسلوبها:
يتطلب الاستقراء والاستدلال طرقا لتتابع المعالجه ، وتم تجميع وتحليل البيانات وإنشاء قواعد بيانات، ودُعمت بالأسلوب الكارتوغرافي لتوقيع الظاهرات المختلفة المُعتمد على نظم المعلومات الجغرافية، كما اعتمدت كل الخرائط ومعظم الأشكال البيانية على قواعد البيانات الجغرافية التي أُنشئت لمنطقة الدراسة، وأُتبع المنهج الوصفي التحليلي لدراسة الأشكال الارضية من خلال ابعادها المورفومترية، وتسخير جميع وسائل البحث المختلفة لإتمام هذه الدراسة، وبذلك فإن الدراسة ستعتمد على مجموعة من بيانات الأقمار الصناعية، والبرامج الضرورية لتحليل تلك البيانات وهي:

١-٤-١: البرامج المستخدمة وهي:

- برنامج Arc Gis.v10.1 مستخدمة الواجهات الثلاث للبرنامج وهي Arc Catalog وArc Map وArcToolbox .
- برنامج Erdas Imagine.v14
- برنامجGoogle Earth Pro.v7.0

١-٤-٢: جمع البيانات:

تعد مرحلة جمع البيانات سواء كانت خطية Vector، أو خلويةRaster،من أهم المراحل لبناء نظام معلومات جغرافي،فالبيانات من أهم مكونات نظم المعلومات الجغرافية، وبقدر تنوع صيغها وهيئتها تتنوع مصادرها، وطرق تخزينها، وهي كالتالي:

- نماذج الارتفاعات الرقمية Digital Elevation Modelsبدقة تمييز ٩٠ م
- صور الأقمار الصناعية للقمر الصناعي spot 5 بدقة تميز ٢.٥ م لعام ٢٠٠٧و٢٠١٠
- الخرائط
  - الخريطة الجيولوجية بمقياس١:٢٥٠٠٠٠ لمربع القنفذه لوحة رقم (١٩ هـ)،الصادرةعن وزارة البترول والثروة المعدنية في عام ١٤٠٤ هـ- ١٩٨٣م.
  - الخرائط الطبوغرافية بمقياس ١:٥٠٠٠٠٠ لمربع القنفذة لوحة رقم (NE37-NE) عام ١٤٠٤ هـ، ومكة المكرمة اللوحة رقم (NF37-NF) عام ١٤١١هـ، والصادرةعن إدارة المساحة الجوية بوزارة البترول والثروةالمعدنية.
  - مجموعة الخرائط الطبوغرافية بمقياس ١:٥٠٠٠٠ لوحات رقم، العجالين (٢١- ٤٠١٩)، وادي لومة (٣٤- ٤١١٩)، القنفذة (٣٣- ٤١١٩).
- التقارير الحكومية التي تخدم أهداف البحث، وتتعلق بالبيانات المناخية، وتتمثل في (درجة الحرارة، كمية التساقط، وسرعة الرياح)، وقد توفر للباحثة بيانات يومية وشهرية، لدرجات الحرارة تغطي فترات زمنية مختلفة صادرة عن وزارة المياه والكهرباء، وهيئة الأرصاد الجوية منها أربع محطات شاملة،وثلاث عشرة محطة مطرية، وقد أخضعت تلك البيانات لأساليب إحصائية لحساب المعدل الشهري، والمعدل السنوي لكل العناصر المستخدمة، بالإضافة إلى بيانات المد والجزر مفصلة من محطات شركة أرامكو لعام ٢٠١٣.

اسم المحطة	خط الطول			دائرة العرض			الارتفاع	الفترة
	ثانية	دقيقة	درجة	ثانية	دقيقة	درجة		
الطائف	٠٠	٢٧	٤٠	٠٠	٢٤	٢١		٢٠٠٨-١٩٧٠
الباحة	٣٥	٣٨	٤١	٤١	١٧	٢٠	١٦٥١	٢٠١١-١٩٨٥
جدة	١٢	١١	٣٩	٣٧	٤٢	٢١	١٦.٨٨	٢٠١٠-١٩٧٠
جازان	٠٥	٣٥	٤٢	٤٩	٥٣	١٦	٧.٢٤	٢٠١٣-١٩٨٤

جدول رقم (١-١) المحطات المناخية المستخدمة في الدراسة

المصدر: الرئاسة ا لعامة للأرصاد وحماية البيئة

اسم المحطة	خط الطول			دائرة العرض			الارتفاع	الفترة
	ثانية	دقيقة	درجة	ثانية	دقيقة	درجة		
الشفا	٠٠	٢٢	٤٠	٠٠	٠٤	٢١	٢١٣٠	١٩٦٤-٢٠١١
ثريبان	٠٠	٥٠	٤١	٠٠	٢٦	١٩	٥٨٠	١٩٦٨-٢٠٠٩
الفرين	٠٠	٠٧	٤٠	٠٠	٢٢	٢١	٥٢٠	١٩٦٦-٢٠٠٥
حصنالحبس	٠٠	٢٠	٤١	٠٠	٥٨	١٩	٣٩٨	١٩٦٦-٢٠٠٥
الحجرة	٠٠	٠٣	٤١	٠٠	١٤	٢٠	٣٩٠	١٩٦٦-٢٠٠٧
الفايجه	٠٠	٣٦	٤١	٠٠	٢٨	١٩	٣٧٠	١٩٧٠-٢٠١١
وادي حلي	٠٠	٣٥	٤١	٠٠	٤٦	١٨	٩٠	١٩٦٦-٢٠١١
غميقة	٠٠	٢٧	٤٠	٠٠	١٩	٢٠	٨٤	١٩٦٦-٢٠١١
دوقة	٠٠	٠٢	٤١	٠٠	٤٤	١٩	٨٠	١٩٦٧-٢٠١١
المظيلف	٠٠	٠٣	٤١	٠٠	٣٢	١٩	٥٣	١٩٧٠-٢٠٠١
الليث	٠٠	١٧	٤٠	٠٠	٠٩	٢٠	٦	١٩٦٦-٢٠٠٨

جدول رقم (١-٢) المحطات المطرية المستخدمة في الدراسة

المصدر: وزارة المياه والكهرباء

- الدراسة الميدانية وهي أساس البحث الجيومورفولوجي، وبها تكتسب الخبرة، وتهدف الدراسة الميدانية إلى الآتي:
  - التأكد من صحة التحليل لكل من المرئيات الفضائية، والخرائط الطبوغرافية
  - فحص الظاهرات الجيومورفولوجية،وتمييزها،ووصفها، وإجراء القياسات المطلوبة لها.
  - التصويرالفوتوغرافي لبعض تلك الظاهرات لتحليلها، وإثبات حقائق كالتجوية، وخطر السيول وغيرها.

١-٤-٣: إدخال البيانات:

تم جدولة البيانات، وإدخالها لبرنامجArc Gis، ثم أدخلت الخرائط الورقية اعتمادًاعلى الماسح الضوئي.

١-٤-٤: أسلوب المعالجة:

- توحيدمساقط الخرائط Projection، ويعد نظام مركيتر المستعرض الدولي Universal Transeverse Mercator(UTM) من أهم النظم المستخدمة عالميًا، وفي المملكة

العربية السعودية، ويتكون نظام مركيتر من مناطق "Zone"؛كل منطقة منها ست درجات، وعند اختيار هذا النظام وقعت منطقة الدراسة في "Zone 37N".

- مرحلة المعالجة الآلية لنماذج الارتفاعات الرقمية:

عولجت نماذج الارتفاعات الرقمية من خلال برنامج Arc Gis ووظائف المحلل المكاني Spatial Analyst،فاستخدمت وظيفة Hydrology من أجل استخلاص شبكة التصريف السطحي،حسب طريقة سترهلر، واستخلاص ملف يحدد محيط الأحواض، وبناءً على هذا الملف تم تحديد حدود منطقة الدراسة، وتحديد حدود الدلتاوات،والاقتطاع على وفق تلك الحدود من الخرائط الجيولوجية والطبوغرافية، كما استخدم ملف نموذج الارتفاعات الرقمية لإعداد طبقة التضاريس للمنطقة، وطبقات الانحدارات واتجاهاتها، وذلك من خلال وظيفة تحليل السطح Surface،ووظيفة إعادة التصنيف Reclassify، ورسم القطاعات الطولية للأحواض من خلال وظيفة Interpolate line.

- عمل التصحيح الهندسي Geometric Correction للصور الفضائية spot5، حيث صححتُ صورتين للمنطقة لعام ٢٠٠٧و٢٠٠٥ اعتماداً على صورة مصححة لعام ٢٠١٠ كأساس، وتم تحديد نقاط الضبط الأرضية في الصورة الأولى، ومايقابلها في الصورة الثانية في أماكن متفرقة لم تتبدل ومازالت ثابتة خلال الفترة الزمنية للدراسة.
- عمل الترقيم Digitizing لخط الساحل في كل من الصور الفضائية، في برنامج Erdas Imagine،ومن خلال برنامج Arc Gis. ووظائف المحلل المكاني Spatial Analyst ، أُستخدمت الأداة Feature to polygon لتحويل الطبقات الخطية إلى طبقة مساحية، ومن ثم حساب مساحات التراجع والإرساب.
- إجراء الدراسات المورفومترية ومقارنتها بنتائج الدراسات الكارتوجرافية والميدانية.
- المعادلات المستخدمة في البحث:

١. معادلة نسبة الاستطالة : $Re=\frac{Dc}{Lb}$ حيث أنRe نسبة الاستطالة و Dc قطردائرة مساحتها تساوي مساحة الحوض(كم)، وLb أقصى طول للحوض (كم).(Schumm,1956)

٢. معادلة نسبة الاستدارة : $Rc=\frac{A}{Ac}$ حيث أن Rc نسبة الاستدارة ، و A مساحة الحوض (كم^{٢}) ،و Ac مساحة دائرة لها نفس طول محيط الحوض.(Strahler,1964)

٣. معادلة معامل الشكل: $F= A/Lb^2$ حيث أن F هي معامل الشكل و A مساحة الحوض (كم٢) وLb^2 مربع طول الحوض .(Horton,1945)

٤. معادلة التضاريس القصوى = أعلى منسوب في الحوض – أدنى منسوب بالحوض. (Schumm,1956)

٥. معادلة التضاريس النسبية : P/Rh حيث أن P الفرق بين أعلى ارتفاع وأدنى ارتفاع ،و Rh محيط الحوض .(Schumm1945)

٦. معادلة نسبة التضرس : R=Hb/Lb ، حيث أن R نسبة التضرس ، و Hb الفرق بين أعلى ارتفاع وأدنى ارتفاع ،اما Lb طول الحوض. (Madment,1993)

٧. معادلة قيمة الوعورة : $Rn= H(1000/D)$ حيث أن Rnهي قيمة الوعورة ، و Hهي الفرق بين أعلى وأقل ارتفاع،D هي كثافة التصريف.(Gregory& Walling,1973).

٨. معادلة معدل النسيج الطبوغرافي $Dr=\sum Nu/Bc$ حيث أن Dr معدل النسيج الطبوغرافي و ∑Nu مجموع عدد المجاري بالحوض وBc محيط الحوض.(Chorley and Kennedy,1971)

٩. معادلة نسبة التشعب : Rb= Nu/ Nu+1،حيث أن Rb تمثل نسبة التشعب ، و Nuعدد المجاري في رتبة ما ،و Nu+1 هي عدد المجاري في الرتبة التي تليها .(Gregory& Walling,1973)

١٠. معادلة تكرارية المجاري : $F= \sum Ns / A$ حيث أن F تمثل تكرارية المجاري ، و∑Ns هي مجموع أعداد المجاري في الحوض ، و A مساحة الحوض .(Horton,1945)

١١. معادلة الكثافة التصريفية : $D= (\sum LUKm / AKm^2)$ حيث أن ∑LUKm هي مجموع الطوال الكلي للمجاري في الرتب المختلفة كم ، و AKm^2 تمثل المساحة الكلية للحوض النهري كم ٢ .(Schumm,1956)

١٢. معادلة زمن الاستجابة (دقيقة) : $Tc = 76.3 \sqrt{s}/\sqrt{i}$ حيث أن Tcهي زمن الاستجابة ،و Sهي مساحة الحوض كم ٢ ، وi معدل الانحدار (%) . (Jaton,1980)

١٣. معادلة سرعة الجريان : $V= L(m) / 3.6\, TC (S)$ حيث أن V هي سرعة الجريان ،و L(m) هي طول المجرى الرئيسي بالأمتار ،و TC(S) هي زمن الاستجابة (بالثواني). (Jaton,1980)

١٤. معادلة فينكل لتقدير الجريان السيلي :

* $Q= K^1 A$ حيث أن Q حجم أقصى معدل للفيضان م٣ / ث ، و A مساحة الحوض كم٢

* $V = K^2 A$ حيث أن V الفيضان السنوي م[3] ، و A مساحة الحوض كم[2]
حيث K^1، وk^2 هي ثوابت تعتمد على احتمالات حدوث السيل كل سنة
*الوقت اللازم لحدوث السيل / ساعة = (V / Q) (Finkel,1979)

احتمال حدوث السيل	K^1	K^2
٨٠%	٠.٠١	٠.١٦٨
١٠%	١.٥٨	٢٦.٥
٢%	٤،٣	٧٢.٢

تكامل المعلومات المستخلصة للإجابة عن الأسئلة الآتية:

- هل العمليات النهرية في أحواض التصريف التي تصب في المنطقة الساحلية قوية، ومؤثرةأم ضعيفة؟
- وهل تختلف الأشكال الجيومورفولوجية النهرية في المنطقة الساحلية في كلتا الحالتين؟
- إلى أي مدى تتغير العمليات الساحلية، وأشكالها المصاحبة لها استجابة لتغير العمليات النهرية في المنطقة الساحلية؟
- ثم أخيرًا نجيب عن هذا التساؤل:

هل هناك سيادة للعمليات النهرية، أم للعمليات الساحلية في المنطقة الساحلية، أم أن هناك توازناً ما فيما بينهما؟

١ـ٥الدراسات السابقة

لقد حظيت سواحل البحر الأحمربالعديد من الدراسات الجيومورفولوجية، منها دراسة ترومب (Tromp،1950):عن عمرالبحر الأحمر، وأصله، ونشأته، وتعرضه للحركات الصدعية التي نشأ عنها أخدود البحر الأحمر، وتأثير ذلك في طبيعة سواحله المستقيمة وشبه المستقيمة، وماترتب عليها من خصائص جيومورفولوجية. وقد أجرى سكبويث (Skipwith،1973): دراسة عن السهل الساحلي للبحر الأحمر في المملكة العربية السعودية، وتعرض في دراسته لمعرفة الخصائص الطبيعية للبحر الأحمر، والساحل المجاور له، من خلال دراسة فزيوجرافية البحر الأحمر، ودراسة مناخه، وحركة المياه فيه، ثم معرفة خصائصه الجيولوجية، والمتضمنة البناء الجيولوجي والحركات التكتونية التي أسهمت في نشاط تكوين البحر الأحمر، والتعرف على العمليات التي أسهمت في ذلك النشاط، ودراسة محسوب (١٩٧٩م) عن ساحل البحر الأحمر

الغربي في جمهورية مصر العربية، قدم فيها تحليلاً مفصلاً عن الساحل المشار إليه موضحًا الخصائص الطبيعية له، وأهمية موقعه التي جعلته من أكبر أقاليم مصر جذبًا للسياحة الداخلية والخارجية، كما أن هذه الدراسة أوضحت معالم سطح المنطقة، ومورفولوجية شواطئها، وحركة المد والجزر، وارتفاع الموج وآثار ذلك على منطقة الدراسة، وركزت دراسة الشهاوي (١٩٨٤م)، على التعرف على البيئة الساحلية للبحر الأحمر فيما بين جدة وينبع، وعلى الجوانب الايكلولوجية، والتأثيرات المتبادلة بينها ، وكذلك معرفة البيئة الجيولوجية والتكتونية لقاع البحر الأحمر، وتقويم المنطقة التي تقع على امتداد البحر الأحمر والثروات الطبيعية الموجودة بها. كما قام البارودي (١٩٨٩م) بدراسة جيومورفولوجية عن جزر فرسان (جنوب البحر الأحمر)، والتي تحتوي على أشكال جيومورفولوجية فريدة أكسبتها أهمية خاصة نظرًا لعدم تغير المشهد الطبيعي فيها بالأنشطة البيئية كما نص عليها الباحث. ولقد استعرضت دراسة البارودي التكوينات الصخرية، ونشاط جزر فرسان، وعلاقتها بتطور البحر الأحمر، والخصائص البنيوية، وذكرت أهم الظاهرات المرتبطة بها، حيث الأشكال الجيومورفولوجية الساحلية المتعددة الناتجة عن عمليات النحت: مثل الجروف البحرية، ومدرجات الإذابة، والخسف الناتجة عن عملية الإرساب مثل: الشواطئ المرتفعة، والحواجز الصدفية والشواطئ الرملية. وركزت دراسة منباري (١٩٩١) على بعض الظاهرات الجيمورفولوجية على السهل الساحلي للبحر الأحمر جنوب خليج السويس في مصر، وشملت دراسته بعض الظاهرات الساحلية بالمنطقة والناتجةعن النحت، والترسيب، وحركات مستوى القاعدة، والترسيب الهوائي، وأرجع البارودي (١٩٩٠) في بحثه عن جيومورفولوجية الشروم على الساحل الشرقي للبحر الأحمر نشأة تلك الشروم إلى عمليات تعرية نهرية خلال انخفاض مستوى سطح البحرأثناء الفترة الجليدية الأخيرة، وفي دراسة أخرى للبارودي (١٩٩٧) حول مورفولوجية الشعاب المرجانية البلايستوسينية والحديثة وأهم أشكالها البنيوية السائدة في البحر الأحمر وظروف البيئة الطبيعية المناسبة لها، وركزت الدراسة أيضًا على أصل الأشكال المرجانية ونشأتها قديمًا خلال البلايستوسين وحديثًا خلال الهولوسين، ومدى ارتباط تلك النشأة بكل من الحركات الإيوستاتية، أو الحركات التكتونية كما توضح أيضًا نشأة الأشكال الدقيقة المصاحبة للشعاب كالأخاديد، والبروزات، والممرات، والبرك كما ألقت الضوء على النمو الحديث للشعاب المرجانية، والتغيرات التي طرأت، وماتزال تطرا على هذا النمو، وعلاقة ذلك بكل من الظروف الطبيعية، وأعمال الإنسان.

أما دراسة البارودي (٢٠٠٠) عن تغيرات مستوى سطح البحر، وآثاره الجيمورفولوجية على الساحل الشرقي للبحر الأحمر فقد ركزت على مستويات تلك التغيرات وأهم الأشكال، الجيومورفولوجية التي شكلتها تلك التغيرات كالمدرجات البحرية، والدلتاوات، وغيرها من الأشكال، وقد درس البارودي (٢٠٠٧) الأدلة الجيومورفولوجية على فترات المطر، والجفاف خلال عصري البلايستوسين، والهولوسين على طول المناطق الغربية للمملكة العربية السعودية باعتبارها هي المسؤولة عن شحن الطبقات الحاملة للماء بعد جريانه خلال شبكة مائية كثيفة كما يوضح الأوضاع المناخية في شبه الجزيرة العربية من خلال البقايا التي تركتها هذه الفترات، ودراسة الدالي (٢٠١٢) في أطروحة دكتوراه عن جيمورفولوجية الركن الشمالي الشرقي من الساحل السوداني تناول الملامح العامة للمنطقة، وشبكات التصريف، والظاهرات الساحلية، والجيمورفولوجية التطبيقية بالمنطقة، وأهم المخاطر الجيمورفولوجية فيها.

وقد استفادت الباحثة كثيرًا من تلك الدراسات التي تناولت مناطق كانت منطقة الدراسة جزءًا منها والتي تناولت المناطق المتاخمة لها، وكانت حافزًا ودافعًا لدراسة العمليات الجيمورفولوجية المؤثرةعلى منطقة الدراسة مع التركيز على العمليات الساحلية والعمليات النهرية.

الفصل الثاني

٢- ١الملامح االطبيعية العامة لمنطقه الدراسة الممتدة بين الليث، والقنفذة

٢- ٢ منطقة حوضي وادي الأحسبة ووادي قنونة (دراسة حالة)

٢- ٣ المناخ

٢- ٤التركيب الجيولوجي

٢- ٥ الخصائص التضاريسية للمنطقة

٢- ٦ الخريطة الجيومورفولوجية للمنطقة

٢- ٧ الخصائص المورفومترية لأحواض المنطقة

٢- ٨ الخصائص المورفومترية لشبكات التصريف المائي

٢ـ ١الملامح الجغرافية العامة لمنطقة الدراسة:

تنحصر منطقة الدراسة بين شمال مدينة الليث حتى جنوب مدينة القنفذة، وتقع بين دائرتي عرض ٣٠⁻ ١٨° و١٩° شمالاً، وخطي طول ٤١ ° و٤٠° شرقًا،وتمتدمن خط تقسيم مياه أودية البحر الأحمرفي المناطق الجبلية لسلسلة السروات شرقًا، وحتى خط ساحل البحر الأحمر الذي يحد تهامة غربًا.

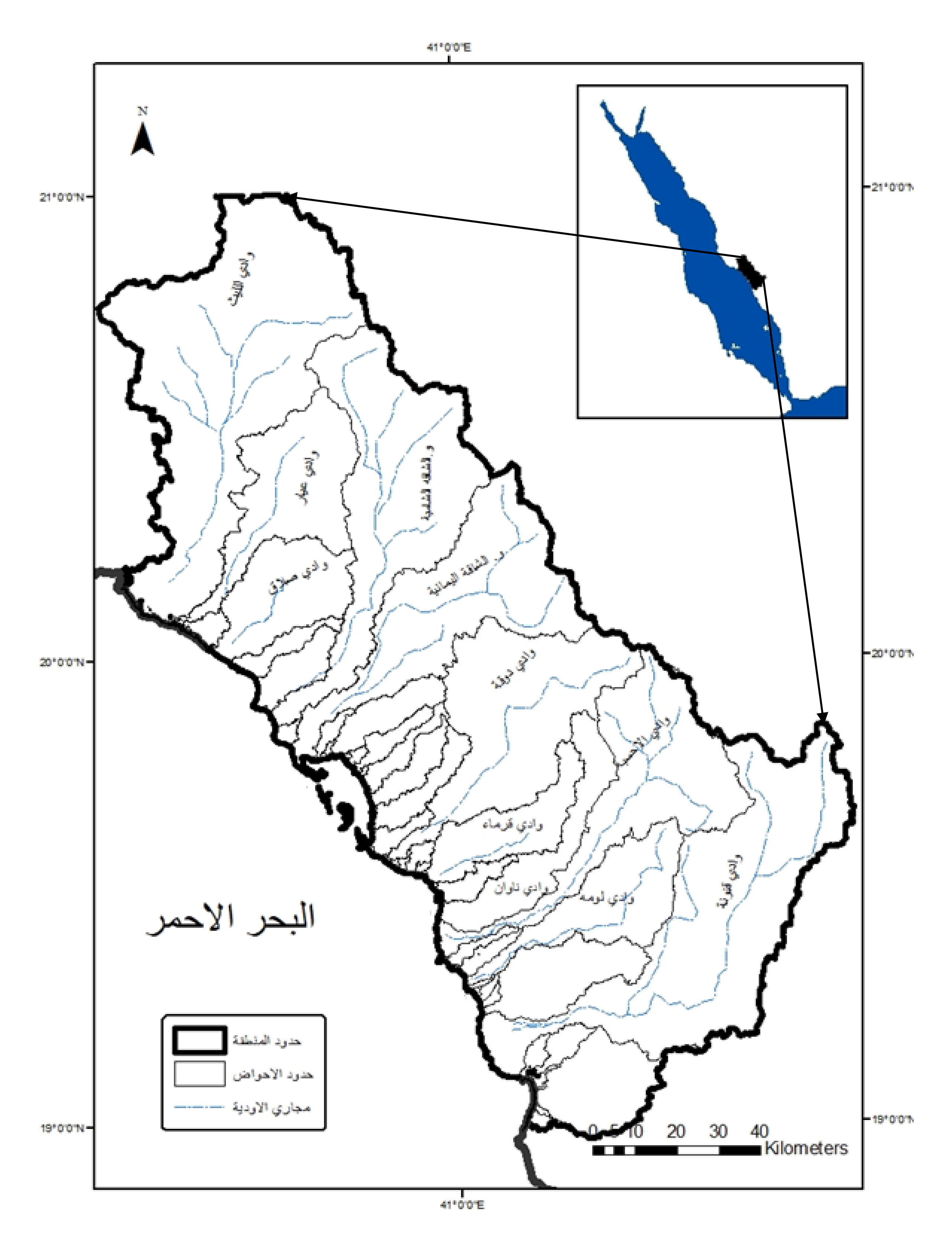
وتجري في هذه المنطقة مجموعة من الأودية الشكل(٢-١)،وتعد شبكة التصريف أهم مظهر جيمورفولوجي لمنطقة تهامة، وتكاد تكون كل المنطقة مقسمة بين الأحواض النهرية الكثيرة التي تقطعها ماعدا مناطق محدودة المساحة بين الأحواض في الأجزاءالسفلى لها، ومناطق تقسيم المياه،وبعض المناطق الجبلية المنعزلة، وتصل مساحة أحواض التصريف ١٧٤٥٣.٤١ كم٢، ويوجد في المنطقة حوالي ١٤٧١٤ مجرىً موزعة على أحواض المنطقة، وسجل حوض وادي الليث مجرى الرتبة السابعة فهو أكبر الأحواض مساحة تبلغ مساحته٣٠٠٠ كم٢،وسجلت المجاري من الرتبة السادسة في وادي عيار، ووادي الشاقة الشامية، والشاقة اليمانية، ووادي الأحسبة، وقنونة جنوبًا، وتروحت الرتب في الأحواض الساحلية مابين الرتبة الخامسة،والرابعة.

٢-١-١ وادي قنونة:

مجراه الرئيس ينحدر من بلاد غامد، وادي الحفيان بطول (٤٧.٣٩ كم) ليلتقي مع وادي الجناح المنحدرمن الشمال الغربي (٣٠.٤٠ كم) في منطقة نمرة، ويجري ناحية الجنوب، وينحني ليلتقي مع رافديه الأخيرين وادي الجاره من الشمال، ووادي شسع جنوبًا، ثم ينحدر في السهل الرسوبي ناحية الجنوب الغربي مكونًا دلتا على ساحل البحر الأحمر.

٢-١-٢ وادي لومة:

ينحدرهذا الوادي من مرتفعات منطقة نصبة (١٠٠٧ م) ويرفده وادي يبس المنحدر من منطقة بئر الصدر بطول (٣٠.٨٣ كم) حتى يلتقي معه في السهل الرسوبي، ويصب في البحر.



الشكل رقم (٢-١) موقع منطقة الدراسة

المصدر:إعداد الباحثة اعتمادًا على dem

٢-١-٣ وادي الأحسبة:

تنحدرروافده من منطقة بلجرشي وسراة غامد، ويرفده عدد من الأودية، وأهمها من الشرق وادي بطاط بطول (٢٨.٧٤ كم)، ومن الشمال الشرقي وادي راش بطول (٣١.٦٠ كم) اللذان يلتقيان في منطقة المخواة، ويسلك الوادي مجراه بين جبال منطقة نصبة، وشدا، وتصل إلى السهل الساحلي مكونة دلتا على ساحل البحر. وتجري أودية ساحلية في المنطقة مابين وادي الأحسبة، ودوقة، وهي وادي ناوان، ووادي قرماء.

٢-١-٤ وادي دوقة:

هذا الوادي يلي وادي الأحسبة شمالاً، ووتنحدر روافده من منطقة بلاد زهران، وتلتقي معه عدد من الروافد المنحدرة من الشمال الشرقي، ويصب في البحر على مسافة (٢١٥.٥ كم) من مصب وادي الأحسبة.

٢-١-٥ وادي الشاقة اليمانية:

أهم روافده وادي رمى الذي يأتي منحدرًا من منطقة المندق بطول (١٥.٧٠ كم)،ويلتقي مع وادي الجرداء بطول (١٩.١٦ كم) على ارتفاع ٣٠٠م، وينحدر الوادي ليجري في السهل الرسوبي ويصب في البحر الأحمر.

٢-١-٦ وادي الشاقة الشامية:

وهذا ينحدر من منطقة بني مالك، وأهمروافده من الشمال وادي العرج (٤٦.٤ كم)الذي ينحدر من منطقة الصالف،ورافدهوادي الجايره بطول (٢٣.٧٨ كم)،ومن الشرق وادي حلية (١٩.٩٠ كم)، ويلي هذا الوادي من الشمال وادي صلاق.

٢-١-٧ وادي عيار:

ينحدر من منطقة جبال هينان التي تقع ضمن مناطق السلاسل الجبلية الأقل ارتفاعًا،وتنحدر روافده من منطقة سوق الجمعة، وبئر السخناء.

٢-١-٨ وادي الليث:

وهوينحدر من منطقة الدار الحمرا، ورافده الرئيس وادي مقسى بطول (٤٤ كم)،ويرفده عدد كبير من الروافد، من الشرق سيلية وطوله (٢٣.٢ كم)، وادي اتانه، ووادي ذهب، ومن الشمال وادي ذرى (٤٤.٧٧ كم)، ووادي الخصر، ووادي بطحان، ويصب في البحر الأحمر عند مدينة الليث.

٢-١-٩ التركيب الجيولوجي:

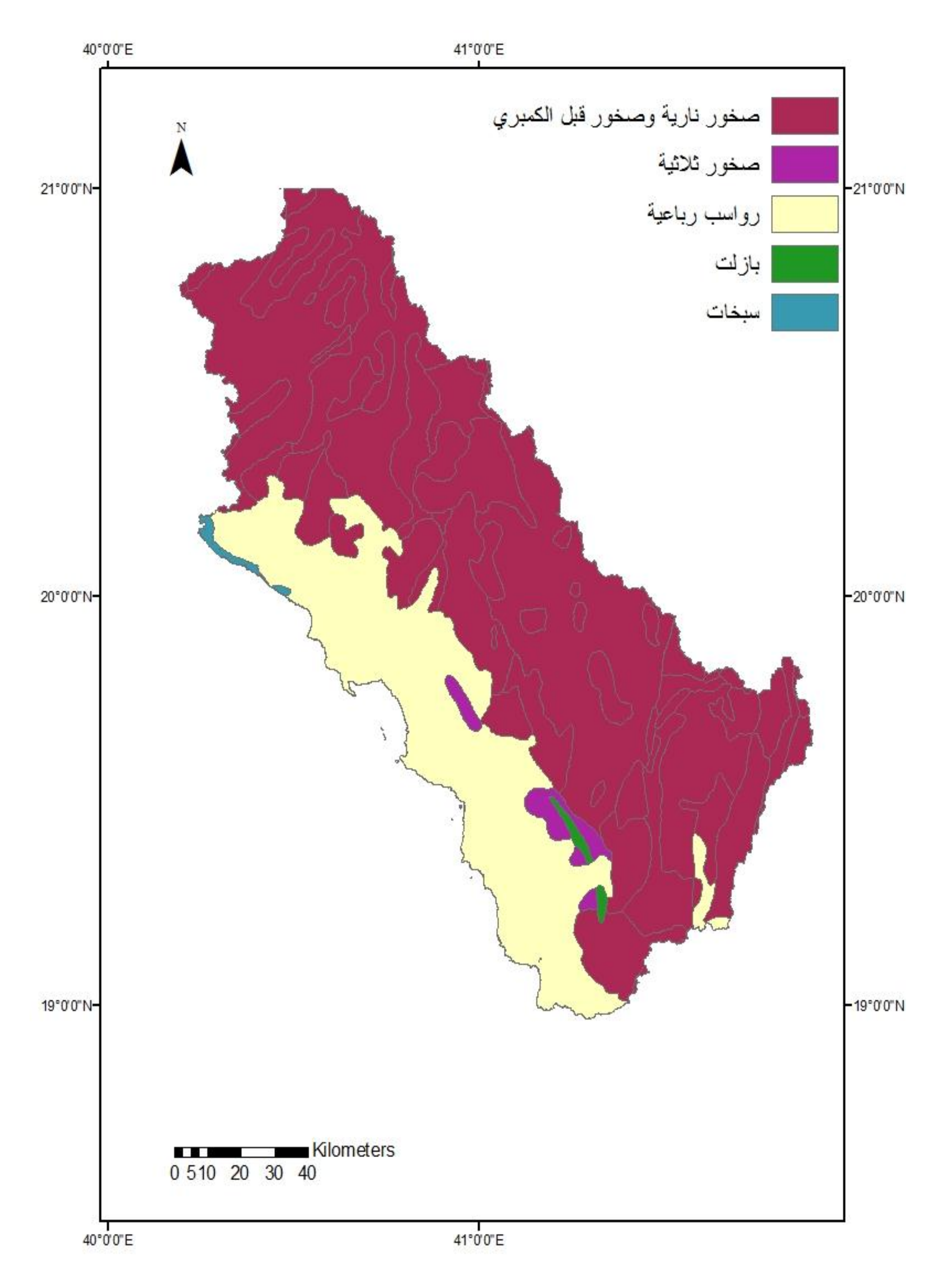
تتصف المنطقة بالتمايز الجيولوجي، وتحوي المنطقة مجموعة الصخور المتطبقة لعصرقبل الكامبري، وهي صخور مشتقة من البراكين، والإرسابات البركانية الفتاتية، ويتراوح تركيبها بين القاعدي والحامضي، وهي غير مرتبة في طبقات متعاقبة كالصخور الرسوبية، وإنما هي صخور متتابعة ذات نشأة مختلفة، فالصخور البركانية هي عبارة عن تدفقات بركانية ترسبت في بيئة مائية أو على اليابسة، أما الصخور الرسوبية فهي عبارة عن فتات الصخور البركانية، والرسوبية القديمة، حيث يمكن تصنيف مجموعات الصخور فيها إلى:

٢-١-٩-١ مجموعات الصخورالمتطبقة قبل الكامبري: وتضم مجموعات الصخور النارية والمتحولة منها مجموعة جدة، ومجموعة بيش والباحة.

٢-١-٩-٢ الصخور الجوفية البلوتونية قبل الكمبري: وهي تغطي أجزاءواسعة من المنطقة وهي تكون على شكل أجسام قاطعة للصخور المتطبقة، وتختلف أحجامها وتركيبها مابين القاعدي مثل: الجابرو، ومتوسط مثل الديورنيت، والتوناليت، وحامضية مثل: الجرانيت.

٢-١-٩-٣ تكوينات الزمن الثالث الرسوبية: وهي عبارةعن فتات الصخور النارية، والبركانية، والجوفية،والرسوبية القديمة التي رسبت من الزمن الجيولوجي الثالث، وتوجد على هيئة كونجلوميريت، وحجر رملي إضافة إلى رواسب كيميائية كالحجر الجيري، والصوان، مثل: تكوين بطحان، وتكوين بيض، وتكوين الشميسي. وتنكشف هذه التكوينات في مناطق أسفل السفوح وغطت أجزاء منها بتكوينات الزمن الرابع، وتنفصل عن الصخور قبل الكامبرية بالانكسارات الموازية للبحر الأحمر.

٢-١-٩-٤ إرسابات الزمن الرابع: وهي عبارة عن إرسابات لكل فترات البلايستوسين والهولوسين الحديث من غطاءات البازلت، والسباخ، والرواسب الطميَّة، والغرينية المنحدرة من الوديان،



الشكل رقم (٢-٢) الخريطة الجيولوجية للمنطقة

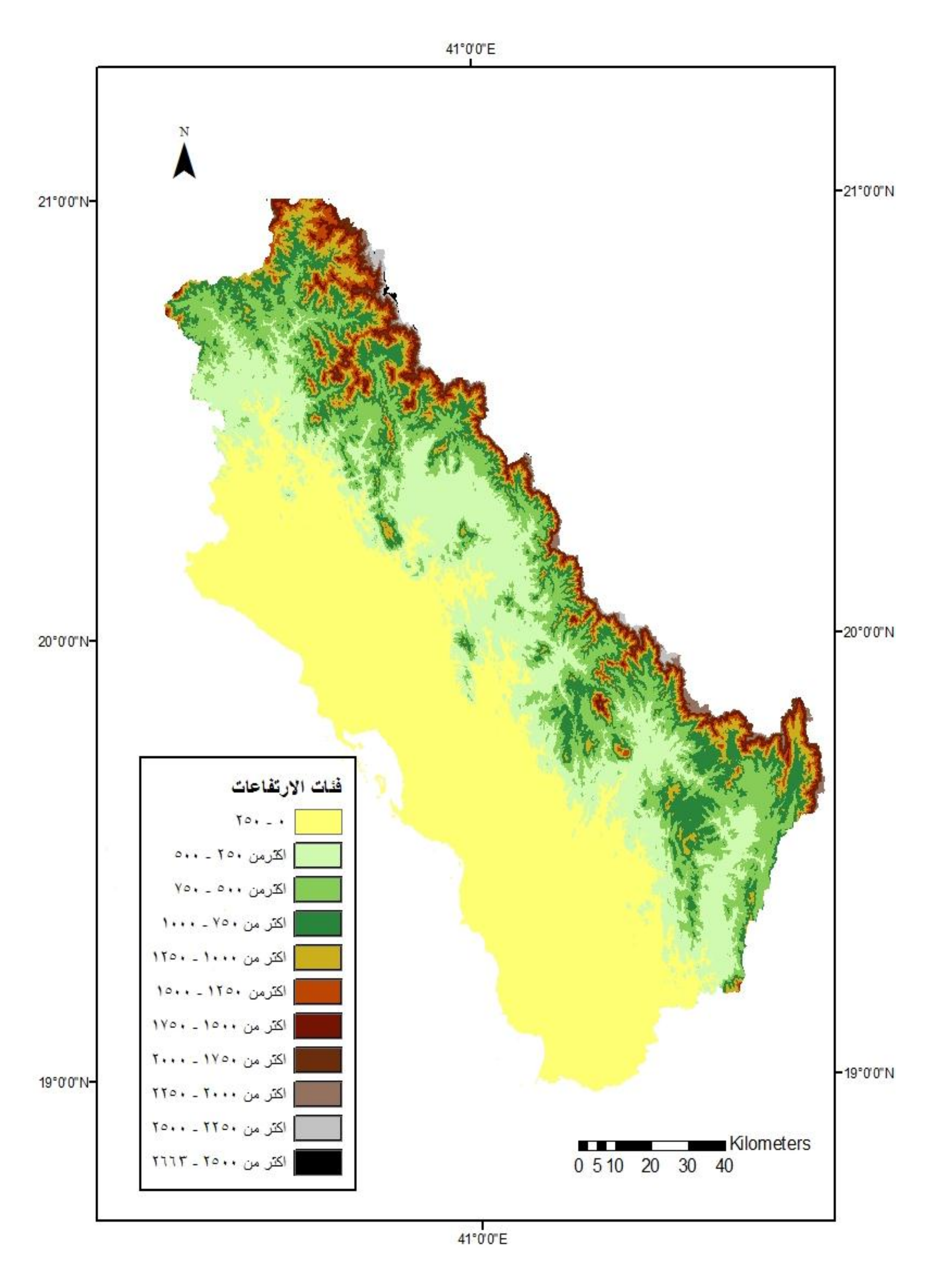
المصدر: http://pubs.usgs.gov/of/1997/ofr-97-470/OF97-470B

والرواسب الريحية المتمثلة في الكثبان الرملية، والفرشات الرملية، والنباك، وغيرها وقد شغلت ما يُعرف بأقليم تهامة، والذي يمتد من أقدام جبال السروات، وحتى ساحل البحر الأحمر.

٢-١-١٠ الخصائص الطبوغرافية:

أثرت التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة بحسب بنيتها على الخصائص التضاريسية؛حيث تركزت الكتل الجبلية إلى الشرق من منطقة الدراسة التي تضم الصخور الصلبة لعصرقبل الكامبري، بينما شغلت السهول الساحلية لتهامة المناطق الغربية التي تسودها رواسب الزمن الرابع.الشكل رقم (٢-٣)،ويمكن ايجاز الخصائص التضاريسية لمنطقة الدراسة كالأتي:

- الدلتاوات الفيضية في الغرب عند مصبات الأودية تتقدم في البحر مُشَكِّلةً سواحل محدبة في إتجاه البحر، وتسبب في نشأتها مجموعة من الأودية، وأهمها (قنونة، والأحسبة، دوقة، الشاقة اليمانية، والشاقة الشامية)، وتتغطى هذه الدلتاوات برواسب الحصى والجلاميد عند بدايتها وفي مجاريها المائية وطمي ورمل ناعم في السهول الفيضية وبعض الكثبان الرملية من الإرساب الريحي.
- السباخ وهي عادة ماتكون بالمناطق القريبة من الساحل، ويبلغ عرضها عند الليث، ومنطقة القوز٣كم، وهي تكونت نتيجة الجفاف وغمر المنطقة بمياه البحربسبب طبوغرافية السهول الساحلية بعد آخر فترة مطيرة.
- السهول الفيضية للمجاري الدنيا للوديان المنحدرة من الجبال، وهي تكونت من الطمي والتي يختلف امتدادها وسمكها حسب مساحة وحجم الأحواض.
- أراضي مابين الأودية والتي لاتصلها مياه الفيضان، وعادة ماتكون جافة تتشكل عليها كثبان رملية وغطاء عشبي فقير بعد سقوط الأمطار.وكل ماسبق يقع ضمن السهل الساحلي لتهامة؛ حيث يغطي ٤٤.٦% من مساحة منطقة الدراسة، ويصل طوله إلى١٧٦ كم، ويتراوح منسوب السهل الساحلى من ١م قرب الساحل إلى ٢٥٠ عند الحافة الشرقية، وعرضه يتراوح من ٢٠إلى ٤٠ كم حسب القرب من الكتل الجبلية، ويغطي السهلَ عامةً الرمال التي رسبتها الرياح، والكثبان الرملية التي تتوزع على أجزاء المنطقة السهلية، والمواد الغرينية الرسوبية التي ترسبت بفعل جريان السيول في الوديان.



الشكل رقم (٢-٣) فئات الارتفاعات في المنطقة

المصدر:إعداد الباحثة اعتمادًا على dem

- تلال أقدام الجبال التي يتراوح منسوبها أكثرمن ٢٥٠م إلى حوالي ٨٠٠ م، والتي تغطي ٤٢% من اجمالي مساحة المنطقة.
- السلاسل الجبلية التي تغطي ١٢.٦% من مساحة المنطقة التي تمتد باتجاه الجرف الانكساري لتصل لأكثر من٢٦٠٠ م فوق مستوى سطح البحر عند منطقة ميسان، وجبل بثره (جبل إبراهيم)؛ حيث الانحدارات الشديدة، كما تقف كثير من القمم الجبلية بين روافد الوديان، ويصل فرق الارتفاع بينها وبين أراضي الروافد إلى حوالي ٨٩٠ م.

٢-١-١١ المناخ

يختلف مناخ المنطقة من مكان لآخر تبعا لاختلاف العوامل المؤثرة في المناخ مثل: الموقع الفلكي، والقرب والبعد عن البحر والتضاريس، فالمنطقة الساحلية تتميز بارتفاع معدلات الحرارة، ففي فصل الصيف تسجل أعلى درجات حرارة في المنطقة (يونيو،يوليو، أغسطس) في جميع المنطقة نظرًا لتعامد أشعة الشمس على مدار السرطان،الأمر الذي يترتب عليه زيادة في كمية الاشعاع الشمسي، ومن ثم زيادة التسخين فتصل في المناطق الساحلية إلى(٣٤.٢°) في جازان، كما يظهر التأثير المحلي للبحر الأحمر على الساحل من خلال التغيرات اليومية المتمثلة في نسيم البر والبحر، وتظهر آثارها في التغيير اليومي لدرجات الحرارة، واتجاه الرياح، وحركة الرمال وشكلها، ولعامل الارتفاع عن سطح البحر أثره على متوسطات درجة الحرارة التي تنخفض مع الارتفاع، الجدول رقم (٢-١)، ويتضح ذلك من محطات المناطق الجبلية مثل الطائف (١٤٥٣م)، والباحة (١٦٥١م)، وتبلغ متوسطات درجات الحرارة في يناير (٢٤.٨°) في المناطق السهلية، و(١٥.٦°) في المرتفعات، وتبدأ الدرجات في الارتفاع حتى شهر أبريل أحد شهور فصل الربيع لتصل إلى(٢٩.٥°) في المناطق السهلية، وفي المرتفعات (٢٢.٧°)، ثم تبدأ الحرارة بالانخفاض التدريجي في شهرنوفمبرأحد شهور فصل الخريف، والذي يعد انتقالاً من فصل الصيف إلى فصل الشتاء بمعدل (٢٨.٦°) في السهول و(١٩.٥°) في المرتفعات، ولايخلو هذا الفصل من ارتفاع في درجات الحرارة بسبب الكتل الحارة التي تسببها المنخفضات القادمة من البحر المتوسط ، ومعدلات الأمطارتختلف أيضًا، الجدول رقم (٢-٢) باختلاف الارتفاع، ومن خلال الشكل (٢-٤) يتضح لنا ثلاثة نطاقات للمطر:

النطاق الأول: يتراوح به معدل المطر من ١٠٠ ملم سنويًا إلى أقل من ذلك يتركز في السهل الساحلي المنخفض، وسجل أدنى معدل مطر به في محطة عميقة ٥٥.١ ملم.

النطاق الثاني: يتسم هذا النطاق بأن معدل الأمطار فيه يتراوح من ٢٠٠ ملم إلى ١٠٠ ملم، ويمتد على سلسلة الجبال الأقل ارتفاعًا، وينحني هذا النطاق باتجاه الشرق في حوضي وادي الشاقة الشامية، والشاقة اليمانية حتى يقترب من الحافة الانكسارية.

النطاق الثالث: تتميز معدلات الأمطارفيه بالارتفاع إلى أكثرمن ٢٠٠ ملم، وتصل إلى٣٠٦ ملم في الباحة، ويرتبط بمناطق المرتفعات الجبلية حول خط الشعاف، ومنطقة الشفا، ومنطقة جبل ثريبان، وحصن الحبس. وكل هذه النطاقات الثلاثة تمتد بشكل متصل من الشمال إلى الجنوب

معدلات درجات الحرارة بمحطات المنطقة				
	الطائف	**الباحة**	**جدة**	**جازان**
يناير	١٥.٢	١٦.١	٢٣.٥	٢٦.١
فبراير	١٧	١٨.١	٢٣.٨	٢٦.٩
مارس	١٩.٧	٢٠.٣	٢٥.٥	٢٨.٤
أبريل	٢٢.٧	٢٢.٨	٢٨.٣	٣٠.٧
مايو	٢٥.٩	٢٦.٣	٣٠.٥	٣٠.٥
يونيو	٢٨.٨	٢٨.٩	٣١.٦	٣٤
يوليو	٢٨.٩	٢٩	٣٣	٣٤.٢
أغسطس	٢٨.٩	٢٩.٢	٣٣.١	٣٣.٨
سبتمبر	٢٧.٧	٢٧.٤	٣١.٩	٣٣.٤
أكتوبر	٢٣.٢	٢٣	٣٠.٤	٣١.٥
نوفمبر	١٩.٣	١٩.٧	٢٧.٨	٢٩.٤
ديسمبر	١٦.٣	١٧	٢٥	٢٧.٢
المتوسط	٢٢.٨	٢٣.١	٢٨.٧	٣٠.٥

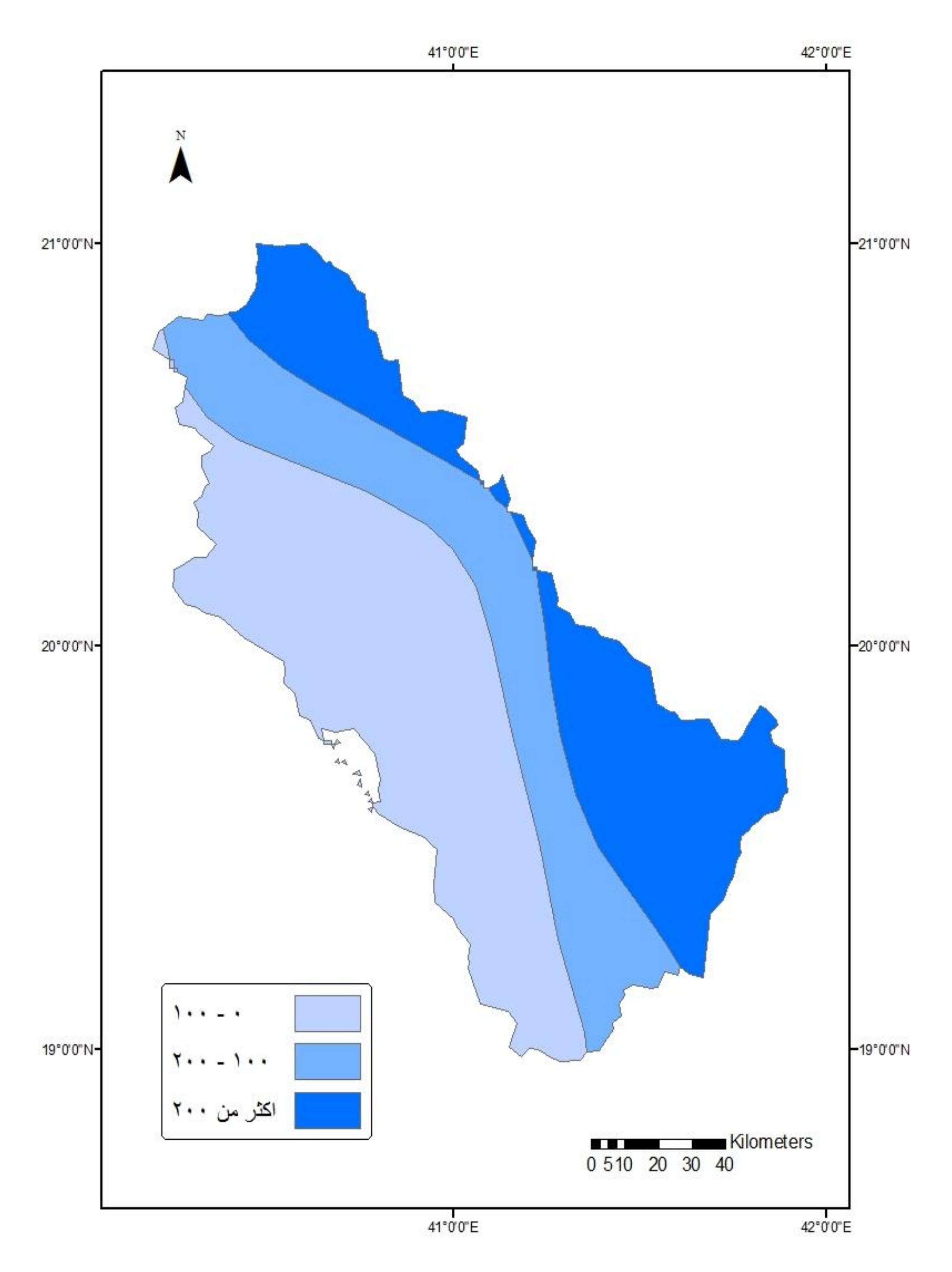
الجدول رقم (٢-١) معدلات درجة الحرارة السنوية

المصدر: بيانات محطات الأرصاد

	الشفا	**الباحة**	**الطايف**	**ثريبان**	**القرين**	**حصن الجبس**	**الحجرة**	**القايجة**	**وادي حلي**	**غميقة**	**دوقة**	**المظيلف**	**الليث**
الارتفاع م	٢١٣٠	١٦٥١	١٥٣٠	٥٨٠	٥٢٠	٣٩٨	٣٩٠	٣٧٠	٩٠	٨٤	٨٠	٥٣	٥
معدل المطر	٢٩٢	٣٠٦	١٦٨.١	٢٤٦.٥	١٥٦.٥	٢٠٩.٩	١٥٩.٣	١٨٢	١١٤.٢	٥٥.٩	٥٦.١	٥٩.١	٧١.٣

الجدول رقم (٢-٢) معدل الأمطار

المصدر: بيانات محطات وزارة المياه والكهرباء، محطة الباحة بيانات محطة الأرصاد



الشكل رقم (٢-٤) المعدلات السنوية للأمطار في منطقة الدراسة "ملم"

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على معدلات الأمطار بمحطات المنطقة

بعد عرض أهم الملامح الطبيعية العامة لكامل المنطقة الساحلية الممتدة من الليث إلى القنفذة، تم اختيار المنطقة الواقعة بين حوضي قنونة، والأحسبة جنوبًا، والأحواض الواقعة بينهما باعتبارها تمثل منطقة البحث النموذجية، ومن ثم اعتبارها حالة سيتم تناولها تفصيلاً من خلال هذه الدراسة.

٢-٢ المنطقة المحصورة بين حوضي وادي الأحسبة ووادي قنونة (دراسةحالة)

تقع المنطقة المختارة في في جنوب منطقة الدراسة بين دائرتي عرض ٥٠´ ١٨° و٣´ ٢٠ ° شمالاً،وخطي طول ٤٩´ ٤٠° و٤٢° شرقاً، وتمتد المنطقة في إقليم الانهدامات السلمية التي تلي خط الانكسار الرئيسي لحوض البحر الأحمر، والذي يتمثل بحافة خط الشعاف، الشكل رقم (٢-٥)ولذلك تكونت أرض هذه المنطقة من إقليمين فزيوغرافيين مميزين هما:

الأول: وهو قسم من أقليم الدرع العربي الذي يتكون من الصخور النارية الأركية المتحولة مكونة مجموعات غير منتظمة من النجود العالية، والأغوار السحيقة نتجت عن الانكسار، وقد حولتها التعرية بعد ذلك إلى جبال أو هضاب وعرة تجاور الوديان العميقة التي شغلت المنخفضات والأغوار، ولما كان الاتجاه العام للانكسارات هو (ش ش غ _ ج ج ش) فقد تأثر اتجاه الوديان بها، ولكنها وجدت سبيلها إلى السهل الساحلي في الغرب، وبذلك تكون عزلت الكتل الجبلية إلى كتل منفصلة عن بعضها بعضًا.

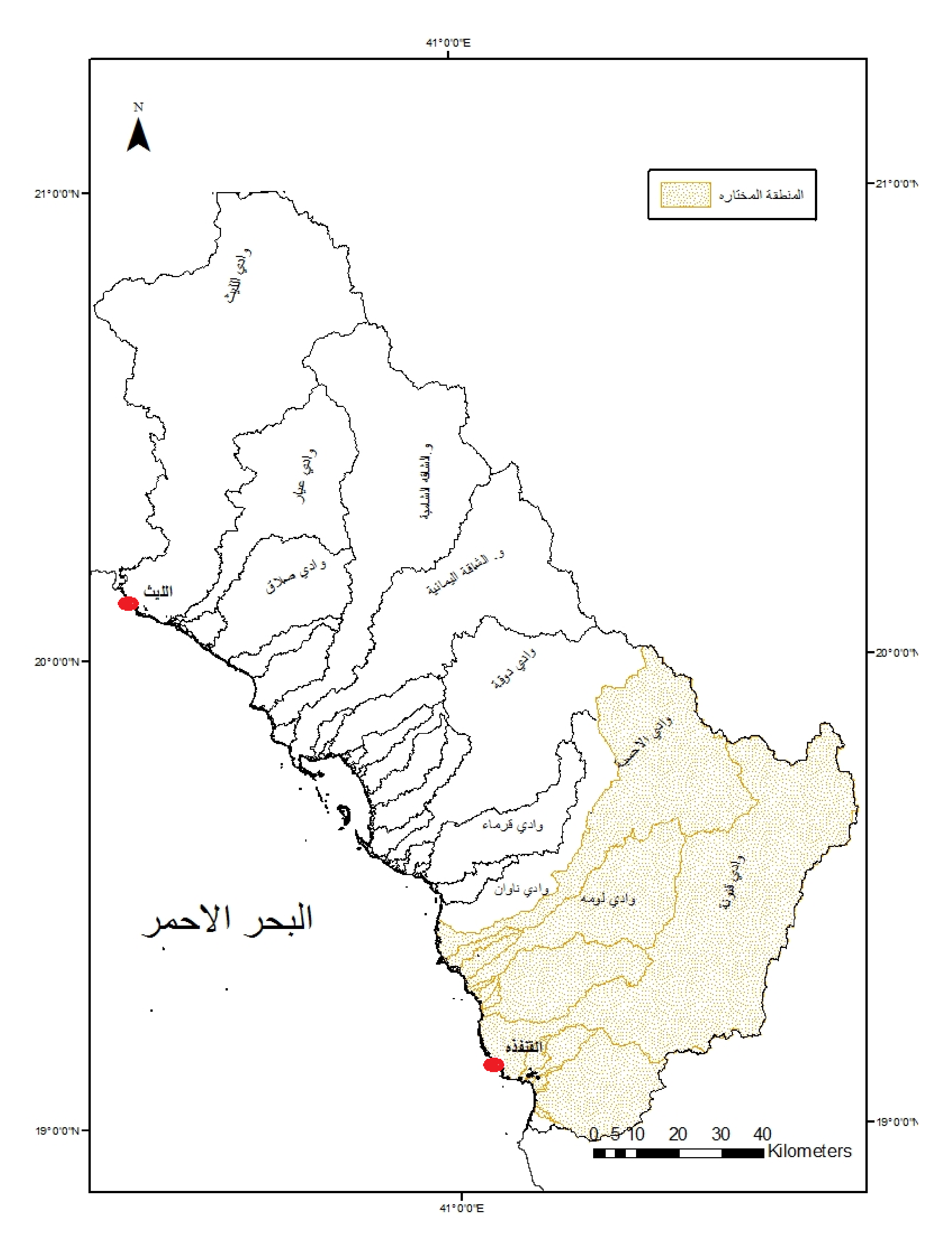
الثاني: وهو منطقة السهل الساحلي الذي نشأ من استمرار عملية الترسيب الناتجة عن تعرية المرتفعات الانكسارية منذ حدوث الانكسارات وحتى الوقت الحاضر، ولذلك تنتمي صخور السهل الساحلي إلى أواخر الزمن الثالث، وتكوينات الزمن الرابع.(الشريف ،١٩٨٣، ص٢٠٦)

٢-٣ المناخ:

تسهم دراسة الظروف المناخية الحالية في توضيح مدى تأثيرها في تشكيل سطح المنطقة، إذ يكاد يقتصر دورها على تعديل الظاهرات التي سبق أن كونتها عوامل التعرية المختلفة في أزمنة سابقة. وقد اعتمدت الدراسة على البيانات المناخية في محطات جدة،والمظيلف،وجازان، والباحة فهي الأقرب للمنطقة. أما بيانات الأمطار فقد اعتمدت على ثمان محطات، هي الباحة، والفايجه، وثريبان،وحصن الحبس،والمظيلف،ووادي حلي،ودوقه،والليث.

٢-٣-١ الحرارة:

تعد الحرارة من أكثر الظروف المناخية الحالية في توضيح مدى تأثيرها في تشكيل سطح المنطقة؛لأنها تقوم بدورمهم في عمليات التجوية الميكانيكية والتجوية الكميائية، وسوف يتم دراستها من خلال الجدول رقم (٢-٣) و(٢-٤):



الشكل رقم (٢-٥) موقع المنطقة المختارة(كدراسة حالة)

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على dem

	المظيلف			جدة			جازان			الباحة		
	عظمى	صغرى	المدى الحراري	عظمى	صغرى	المدى الحراري	عظمى	صغرى	المدى الحراري	عظمى	صغرى	المدى الحراري
يناير	٣١	٢٠.٥	١٠.٥	٢٨.٩	١٨.٢	١٠.٧	٣٠.٧	٢١.٦	٩.١	٢٢.٥	٩.٨	١٢.٧
فبراير	٣١.٦	٢١.٦	١٠	٢٩.٦	١٨.١	١١.٥	٣١.٢	٢٢.٦	٨.٦	٢٤.٦	١١.٦	١٣
مارس	٣٢.١	٢٣.٢	٨.٩	٣١.٦	١٩.٤	١٢.٢	٣٢.٨	٢٤	٨.٨	٢٦.٧	١٣.٩	١٢.٨
أبريل	٣٦.٣	٢٥.٤	١٠.٩	٣٤.٧	٢٢	١٢.٧	٣٥.٤	٢٦.١	٩.٣	٢٩.١	١٦.٦	١٢.٥
مايو	٣٦.٤	٢٦.٢	١٠.٢	٣٧.١	٢٤	١٣.١	٣٧.١	٢٤	١٣.١	٣٢.٧	١٩.٩	١٢.٨
يونيو	٣٧.٣	٢٧.٧	٩.٦	٣٨.٣	٢٤.٩	١٣.٤	٣٨.٤	٢٩.٧	٨.٧	٣٥.٣	٢٢.٥	١٢.٨
يوليو	٣٦.٦	٢٦.٥	١٠.١	٣٩.٤	٢٦.٦	١٢.٨	٣٨.٣	٣٠.٢	٨.١	٣٥.٣	٢٢.٨	١٢.٥
أغسطس	٣٢.٨	٢٣.٦	٩.٢	٣٨.٧	٢٧.٥	١١.٢	٣٨	٢٩.٧	٨.٣	٣٥.٥	٢٢.٩	١٢.٦
سبتمبر	٣٦.١	٢٧.٧	٨.٤	٣٧.٦	٢٦.٣	١١.٣	٣٨	٢٨.٨	٩.٢	٣٣.٦	٢١.٢	١٢.٤
أكتوبر	٣٣.٩	٢٤.٣	٩.٦	٣٦.٧	٢٤.١	١٢.٦	٣٦.٧	٢٦.٣	١٠.٤	٢٩.٥	١٦.٦	١٢.٩
نوفمبر	٣٣.٥	٢٤	٩.٦	٣٣.٤	٢٢.٢	١١.٢	٣٤.٣	٢٤.٥	٩.٨	٢٦.٣	١٣.١	١٣.٢
ديسمبر	٣١.٨	٢٢.٨	٩	٣٠.٧	٢٠	١٠.٧	٣١.٨	٢٢.٦	٩.٢	٢٣.٦	١٠.٤	١٣.٢
المتوسط السنوي	٣٤.١	٢٤.٤	٩.٦	٣٤.٧	٢٢.٩	١١.٩	٣٥.٢	٢٥.٨	٩.٣	٢٩.٥	١٦.٧	١٢.٧

الجدول رقم (٢-٣) درجات الحرارة العظمى، والصغرى، والمدى الحراري العام

المصدر: بيانات محطات الأرصاد في جدة، وجازان، والباحة

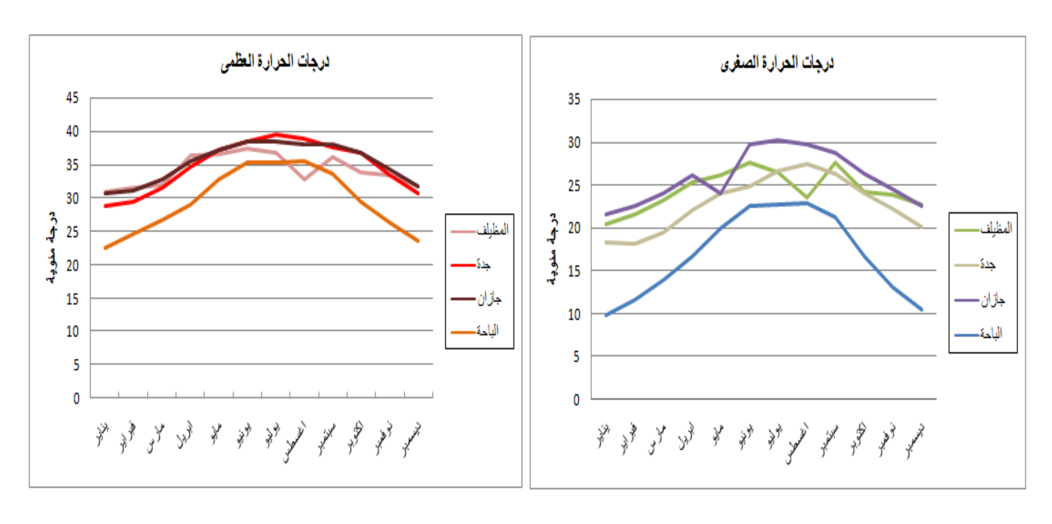
	متوسط المحطات			جدة		جازان		الباحة	
	العظمى	الصغرى	المدى الحراري	أقصى عظمى	أدنى الصغرى	أقصى عظمى	أدنى الصغرى	أقصى عظمى	أدنى الصغرى
يناير	٢٨.٢	١٧.٥	١٠.٧	٣٦	١١	٣٤	١٤.٤	٢٩.٨	٠.٦
فبراير	٢٩.٢	١٨.٤	١٠.٧	٣٧	٩.٨	٣٤.٩	١٥.٨	٣٢	٠
مارس	٣.٨	٢٠.١	١٠.٦	٤٠.٢	١٠	٣٨.٢	١٦.٣	٣٦	٤
أبريل	٣٣.٨	٢٢.٥	١١.٣	٤٤.٥	١٢	٤١.٦	١٨.٨	٣٥	٨
مايو	٣٥.٨	٢٣.٥	١٢.٣	٤٧.٥	١٦.٥	٤٤	١٩.١	٣٨.٢	١٢.٢
يونيو	٣٧.٣	٢٦.٢	١١.١٢	٥٢	٢٠	٣٢.٧	٢٣	٣٩	١٢
يوليو	٣٧.٤	٢٦.٥	١٠.٨	٤٧	٢٠.٤	٤٢.٣	٢٠.٤	٤٠	١٥.٨
أغسطس	٣٦.٢	٢٥.٩	١٠.٣٢	٤٦	٢٠.٧	٤٥.٣	١٩	٣٩	١٤
سبتمبر	٣٦.٣	٢٦	١٠.٣٢	٤٨	٢٠.٨	٤٦.٣	٢٠	٣٨	١٥
أكتوبر	٣٤.٢	٢٢.٨	١١.٣	٤٦.٤	١٥.٦	٤٣	٢٠.٣	٣٥	٨.٥
نوفمبر	٣١.٨	٢٠.٩	١٠.٩	٤٠	١٤.٥	٣٩	١٨	٣١	٤.٨
ديسمبر	٢٩.٤	١٨.٩	١٠.٥	٤٧	٢٦	٣٦	١٧	٢٩.٦	٢
المتوسط السنوي	٣٣.٤	٢٢.٤	١٠.٩	٥٢	٩.٨	٤٦.٣	١٤.٤	٤٠	٠

*لم تتوفر للباحثة بيانات يومية لمحطة المظيلف

الجدول رقم (٢-٤) أقصى درجات حرارة في محطات المنطقة، وأدناها

المصدر: بيانات محطات الأرصاد

- يظهر أثر الارتفاع عن سطح البحر في درجات الحرارة بالمنطقة، على مدار العام فأعلى متوسط حرارة سجل في شهر يوليو (٣٩.٤°) في جدة، وفي جازان (٣٨.٣°) في يونيو، وفي الباحة في أغسطس بلغت درجة الحرارة (٣٥.٥°).
- يعد شهر يناير أقل متوسط شهري لدرجة الحرارة؛ حيث بلغت في محطات(٢٠.٥، ١٨٠٢، ٢١.٦، ٩.٨) على الترتيب بانحراف عن المتوسط بلغ نحو (-٣.٩، -٤.٧، -٤.٥، -٦.٦).
- تشهد شهور (يونيو،يوليو،أغسطس، سبتمبر) أعلى درجة حرارة بمنطقة الدراسة، حيث بلغت على الترتيب (٣٦.٢،٣٦.٣،٣٧.٣،٣٧.٤)الشكل رقم (٢-٦)،ويرجع ارتفاع درجة الحرارة إلى تأثر مناخ المملكة، ومن ضمنها منطقة الدراسة في هذا الفصل بالكتل الهوائية المدارية القارية، وهي من أهم الكتل تأثيرًا في مناخ المملكة، وهي جافة وتجعل الطقس شديد الحرارة والجفاف مع وجود عواصف ترابية (الرحيلي ،٢٠٠٥، ص٥٧)
- يظهر ارتفاع في المدى الحراري في كافة شهور السنة، ويرجع ذلك للتباين الواضح لدرجة الحرارة التي ترتفع أثناء النهار، وتساعد الصخور النارية والمتحولة على زيادة درجة الحرارة، في حين تنخفض درجة الحرارة ليلاً الأمر الذي يعمل على زيادة المدى الحراري لمنطقة الدراسة.
- تخفي متوسطات قيم الحرارة قيمًاعالية، فالقيم المتطرفة لها أهمية في هذة الدراسة، فقد سجلت أعلى درجة حرارة قصوى في محطة جدة (٥٢°) في شهر يونيو، بينما سجلت درجة حرارة دنيا (٩.٨°) في شهر فبراير،وفي الباحة أعلى درجة قصوى بلغت (٤٠°) في يوليو وأدنى درجة (صفر) سجلت في شهر فبراير.



الشكل رقم (٢-٦) متوسطات درجات الحرارة
المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على بيانات محطات الأرصاد الجوية

- من خلال الدراسة الميدانية لوحظ أن درجة الحرارة من العناصر المهمة اللازمة لحدوث التجوية الكميائية، خاصة في ذوبان الصخور الجيرية، كما يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى زيادة طاقة التبخر، وصعود محاليل الأملاح من التربة ثم تبلورها مرة أخرى فيما يعرف بالتجوية الملحية في سبخات السهل الساحلي، كمايتضح التأثير الجيومورفولوجي

لتغير درجات الحرارة على الصخور في منطقة الدراسة من خلال التأثير الميكانيكي؛ حيث أنه مع ارتفاع المدى الحراري، وتتابع ارتفاع درجات الحرارة وانخفاضها يتأثر التركيب المعدني للصخربعملية التمدد، والانكماش المعدني بدرجات متفاوتة تبعًا لنوع الصخ،الأمرالذي ينتج عنه تولد ضغوط جانبية كبيرة تؤدي في النهاية إلى تكسر الصخور وتفتتها، كما أن ارتفاع درجات الحرارة يؤدي إلى جفاف التربة، وتفككها الأمر الذي يؤدي إلى عملية التذرية بفعل الرياح،وتأثر الصخر يظهر في التقشر Exfoliation والتفلق أو الانفصال Block Separation،والانفراط أو التفكك الحبيبي Cranular Disintegration

٢-٣-٢ الأمطار:

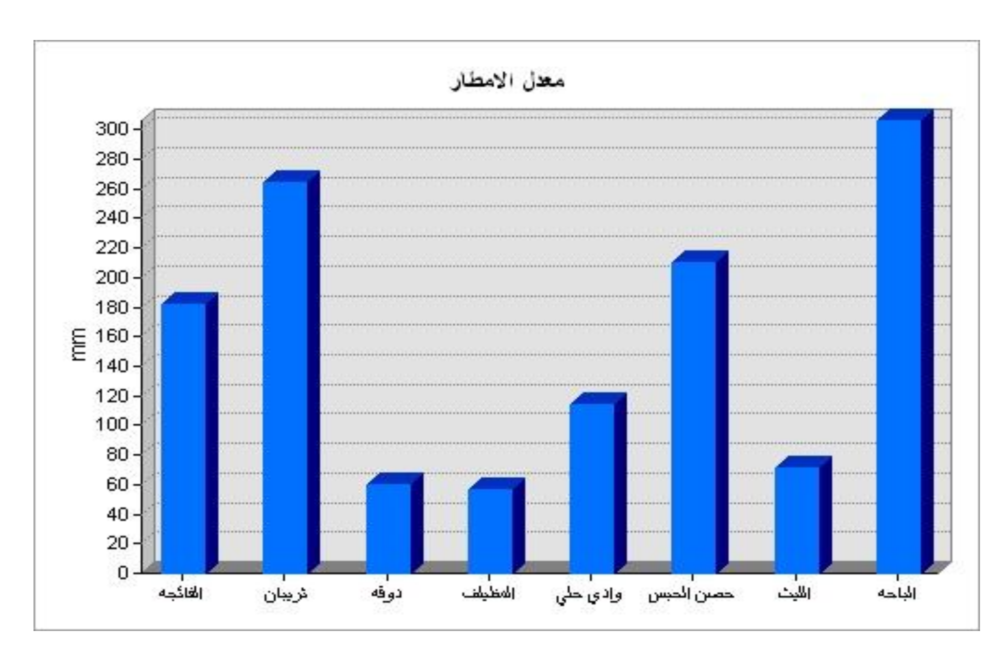
إن وقوع المنطقة وراء خط عرض ١٨ شمالاً جعلها بعيدةً عن تأثيرات الرياح الجنوبية الغربية شبه الموسمية الصيفية أيضًا بعيدة عن تأثير الحركات الشمالية الغربية القادمة من البحر المتوسط في فصل الشتاء وهو ما انعكس على معدلات الأمطار.الجدول رقم (٢-٥).

	الليث	المظيليف	دوقة	وادي حلي	الفائجه	حصن الحبس	ثريبان	الباحة
يناير	١٥.٠٦	١٦.٩٦	١٥.٢٢	١٥.٠٤	٢٤.٦٠	١٦.١٢	٢٦.٦٩	٢٣.٧٠
فبراير	٠.٥٢	٠.٨١	٢.١١	٢.٤٢	١٢.٦٠	٢٢.١٨	١٢.٢٢	٣.٤٠
مارس	٢.٠٦	٢.٥٣	٥.٢٣	٨.١٨	٨.٠٣	١٨.٣٠	١٧.٤٢	٣٥.٨٣
أبريل	٧.٢٣	٣.٠٢	٦.٧٢	١١.١٨	٢٣.٥٥	١٩.٧٠	٢٩.٦١	٧٨.٧١
مايو	٠.٩٢	٠.٢٠	٠.٥١	٣.٩٠	١٦.٨٩	١٧.٠٥	٣٢.٨٦	٥٤.١٧
يونيو	٠.٣٧	٠.٧٤	٠.٢٦	١.٣٨	٣.٥٩	١٢.٢٤	١٨.٦٧	١٣.٣٧
يوليو	٢.٠٦	٦.٧٩	٢.١٢	٥.٠٨	٧.٢٢	١٣.٩٥	١٤.١٧	٢٥.٨٢
أغسطس	٠.٦٦	٣.٠١	٢.٠٣	٧.٨٨	٢٠.٦١	١٤.٧٤	٣٢.٤٥	٢٣.٨٢
سبتمبر	٠.٠	٠.٢٠	٠.٣٧	٦.٧٠	١٦.٠٧	٢٥.٠٩	٣٥.٤٥	٦.٢٠
أكتوبر	٣.٣٠	٧.٢٨	٣.٣٢	٢٤.٢٥	١١.٦٣	١٦.٦٢	٢٠.٤٤	١٤.٨٩
نوفمبر	١٩.٨١	٣.٠٥	٨.٢٦	١٣.٦٨	١٣.٦٩	٩.٤٩	٦.٠٥	١٧.٥٨
ديسمبر	١٩.٢٦	١١.٤٥	١٣.٦٠	١٤.٤٦	٢٣.٣٧	٢٤.٣٣	١٨.٤٢	٨.٦٧
المتوسط	٧١.٢٠	٥٩.٠٠	٥٦.٧٠	١١٤.١٠	١٨١.٨٠	٢٠٩.٨٠	٢٤٦.٤٠	٣٠٦.١٠

الجدول رقم (٢-٥)معدل الأمطار(ملم)حسب أشهر السنة في محطات المنطقة
المصدر: بيانات وزارة المياه والكهرباء والأرصاد وحماية البيئة

- ومعظم المجاري الرئيسية للوديان المهمة الهابطة من مناطق الجبال تتجة إجمالاً نحو الجنوب والجنوب الغربي، وصارت بمثابة أحواض طولية على شكل أخاديد، فيما بين المناطق الجبلية العالية ومفتوحة باتجاه الجنوب الغربي مباشرة، مماجعلها تتصيد الغيوم وتعتصرها (الشريف ،١٤٠٤،ص٢١٤)، ويتضح ذلك من معدلات الأمطارالمسجلة في محطة الباحة، والفائجة، وثريبان، وحصن الحبس الشكل رقم (٢-٧)، وسجلت المحطات الساحلية قليلة الارتفاع معدلات مطر أقل مثل دوقة، والمظيلف،ووادي حلي، والليث،وبلغ المتوسط العام لكمية الأمطار ١٥٧.٦ملم .

- تتوزع الأمطارالساقطةعلى فصول السنة، ففي المحطات الجبلية (الباحة، وثريبان،وحصن الحبس،والفايجة) كان فصل الربيع أكثر الفصول سقوطًا للأمطار بمعدل ٢٩.٣ملم، يليه فصل الشتاء بمعدل ١٧.٩ملم، ثم فصل الصيف، وفصل الخريف، وهي الأقل مطرًا بمعدل ١٦.٧ملم،و١٦.١ ملم على التوالي.
- أما في محطات المنطقة الساحلية نجدأكثر معدل لسقوط الأمطارهوفي فصل الشتاء ١٠.٥ ملم، ثم فصل الخريف بمعدل ٧.٥ملم، يليه فصل الربيع بمعدل ٣.٤ ملم، وفي فصل الصيف ٢.٦ ملم، ويرجع هذا الاختلاف إلى تضاريس المنطقة.
- يظهر تأثر المنطقة بمياه الأمطار من خلال السيول التي تهطل بعد فترات جفاف تكون خلالها قد تراكمت مفتتات في الأودية نتيجة للتفكك، أوللترسيب الذي تقوم به الرياح فتتوفر للسيول كمية هائلة من الحمولة التي من خلالها تقوم الأمطاربعمل النحت والترسيب.



الشكل رقم (٢-٧) معدل الأمطار في محطات منطقة الدراسة

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على بيانات محطات وزارة المياه

٢-٣-٣ الرياح:

تقوم الرياح بدور مهم في تشكيل سطح الأرض، وتعتبر عاملاً مناخيًا مهمًا أيضًا يؤثر في درجة حرارة الأقليم الذي تهب عليه ارتفاعًا أو انخفاضًا حسب نوعيتها فيما إذا كانت رياحًا دافئة (تهب من أقاليم حارة)، أو باردة (تهب من مناطق باردة)، كما أنها تتسبب إما في حدوث التساقط لما تحمله من رطوبة أو انتشار ظروف الجفاف. وتعمل الرياح على استمرارية التجوية من خلال الإزالة الجزئية لنتاج التجوية الأمر الذي يجعل المكاشف الصخرية معرضة تعريضًا مباشرًا لفعل تباين الإشعاع الشمسي والأرضي أو تسرب الماء حتى مناسيبها. (سلامه ،٢٠٠٤،ص ٤٥٧) ،كما ان الرياح تولد أمواجا متباينة في أحجامها، وفتراتها، وتكون متداخلة مع بعضها بعضًا بصورة تعكس بوضوح خصائص الرياح المولدة لها، وتنشأ تلك الأمواج في منطقة نفور الرياح

القوية، أو العاصفة المولدة، وعادة تأخذ مابين ١٢ إلى ٢٤ ساعة لكي تتولد مع الأخذ في الاعتبار التباين في سرعة الرياح وفترة هبوبها duration فنسيم سرعته عشرة أميال (١٦كم) في الساعة تنتج عنه أمواجا يزيد ارتفاعها على قدمين (٦٠سم)، ورياح بسرعة ٢٥ ميلاً (٤٠كم) في الساعة تولد أمواجًا يصل ارتفاعها أكثر من ١٥ قدمًا (٤/٥مترًا)، وإذا ماوصلت سرعة الرياح أو العاصفة إلى ٥٠ ميلاً (٨٠كم) في الساعة فإنها تولد أمواجا تزيد عن ٦٠ قدمًا (١٨مترًا) ارتفاعًا ومعنى هذا ببساطة أن ارتفاع الموجة يزداد هندسيًا مع زيادة سرعة الرياح وفترة هبوبها، ويرتبط أيضًا بالمسافة التي تهب فوقها تلك الرياح (محسوب ، ١٩٨٦، ص ٨٠).

المحطة	جدة	جازان	المظيلف*	الباحة
يناير	١٢.٩	١١.١	١١	١١.١
فبراير	١٢.٩	١١.١	١٣.٢	١١.١
مارس	١٢.٩	١١.١	١٢.٧	١٢.٩
أبريل	١٤.٨	١١.١	١٨.٨	١١.١
مايو	١٢.٩	١١.١	١٥.٢	١١.١
يونيو	١٢.٩	١١.١	١٧.٥	١٤.٨
يوليو	١٤.٨	١١.١	١٥.٥	١٦.٦
أغسطس	١٢.٩	١٢.٩	٢٠	١٦.٦
سبتمبر	١٢.٩	١٢.٩	١٥.٥	١٢.٩
أكتوبر	١٢.٩	١١.١	١٢.٨	١١.١
نوفمبر	١١.١	١١.١	١٤.٦	٩.٢
ديسمبر	١١.١	١١.١	١٣.٢	٩.٢
المتوسط	١٢.٩	١١.٤	١٥	١٢.٣

الجدول رقم (٢-٦) سرعة الرياح بالمنطقة كم

المصدر: بيانات محطات الأرصاد

ومن خلال الجدول رقم (٢-٦) يتضح:

- تتباين سرعة الرياح من فصل لآخر، ومن شهر لآخر؛ إذ يبلغ متوسط متوسط سرعة الرياح في الشتاء نحو ١١.٥ كم / ساعة وفي الصيف ١٤.٢كم / ساعة وفي الربيع ١٢.٩ كم / ساعة وفي الخريف ١٢.٣كم / ساعة.
- في فصل الصيف يتأثر مناخ المنطقة بمركز الضغط المنخفض فتكون المنطقة عرضة للرياح الجنوبية الغربية، فتصعد المرتفعات فتبرد، وتسبب سقوط أمطار. في حين يكون شمال المنطقة متأثرًا بالرياح الشمالية الغربية القادمة من حوض البحر المتوسط فتعمل على تلطيف الجو.

- في فصل الشتاء تتأثر المنطقة بالكتل الهوائية المحلية الجافة مع الكتلة القادمة من شرق البحر المتوسط فتتشكل بينهما جبهة قد تنشأ عنها عواصف وطقس متقلب، أو قد تنتهي دون أن تسبب شيئًا، إذ تستطيع بعض منخفضات البحر المتوسط الشرقي أن تتوغل بعيدًا باتجاه الجنوب الشرقي بسبب شدة دفء البحر الأحمر، ورطوبته، واحاطته بالجبال القليلة الارتفاع في الشمال، والتي يزداد ارتفاعها في الجنوب، وتسبب سقوط الأمطار الشتوية.(الشريف ،١٩٨٤، ص٤٤)
- يبلغ متوسط سرعة الرياح في المنطقة ١٢.٩ كم / ساعة، وهي رياح متوسطة السرعة.أقصى سرعة للرياح في المنطقة سُجلت في محطة المظيلف شهرأبريل٢٠كم / ساعة، ثم محطة الباحة التي سجلت سرعة ١٦.٦ في شهري يوليو وأغسطس، وأقصى سرعة للرياح في محطة جازان في شهري أغسطس وسبتمبر ١٢.٩كم / ساعة، وفي جدة في شهري يوليو وأبريل ١٤.٨ كم / ساعة
- ولعدم توفر بيانات لاتجاه الرياح في محطة المظليف ولبعد محطتي جدة وجازان عن منطقة الدراسة أمكن التعرف على أن اتجاه الرياح السائد هو غربي في المنطقة من خلال تحديد اتجاه سفوح الكثبان الرملية الهلالية (البرخان)والكثبان العرضية المحدبة هينة الانحدار المواجهه للرياح والتي تكون متعامدة مع اتجاه الرياح، والكثبان الطولية والتي تكون سفوحها متوازية مع اتجاه الرياح.

٢-٤ التركيب الجيولوجي:

إن جيمورفولوجية أي منطقة تعكسها البنية الجولوجية، عمليات التعرية السائدة فيها، وأي منهما أكثر وضوحًا وذلك على حسب شدة تأثيره، ولأن المنطقة تقع ضمن الدرع العربي فقد مر تاريخها الجيولوجي بمراحل تكون هذا الدرع الذي يمتد من عصر قبل الكمبري، وحتى العصر الحالي.

تقع منطقة الدراسة على قاعدة صخرية تتكون أساسًا من صخور بركانية متحولة وصخور رسوبية وصخور جوفية بلوتونية، تألفت الصخورالبركانية والرسوبية من مكونات مجموعات بيش، والباحة، وجدة في زمن واحد حيث تجمعت حول مراكز بركانية تغمرها المياه، ثم تلت الأحداث البركانية والترسبات في تلك المنطقة تصدعات وتداخل كتل ضخمة باثولثية من الصخور النارية الخشنة (توناليت)، والمتبلورة (ديورايت) ثم واصلت البراكين والترسبات نشاطها متزامنة مع ترسبات مجموعة عبلة في بيئة أرضية ضحلة المياه وانتهت بالتغلغل الحراري للصخر الجرانيتي المتحول (النايس) والمتفاوت من جرانيتي بركاني خشن الحبيبات (مونزو جرانيت) إلى جرانيت بركاني تام التبلور (جرانودريتي)، وسحنات شستية خضراء امفيبولية، وصحبت هذه المرحلة تصدعات وانكسارات .

أما الصخور النارية الجوفية (البلوتونية) فقد تحولت إلى بركانية جرانيتية خشتة الحبيبات (مونزو جرانتية)، وفي العصر الحديث الميوسيني تشكلت التصدعات المتجهة إلى الشمال الشرقي والمنتمية إلى الصدوع الخسفية على امتداد محور البحر الأحمر، وتداخلت الصخور الجوفية القاعدية (الجابروية) على امتداد بعض تلك الصدوع وتجمعت الصخور الرسوبية التي تحتوي على بعض الصخر الفتاتي الحممي (الطفه) وكذا الصخور المتكونة من مقذوفات البراكين،

وبتأثير عوامل التحات والتعرية والتآكل التي تكونت خلالها الملامح الطبوغرافية الحالية للمنطقة. ظهرت تدفقات البازلت من شقوق على انحدار الأودية، ثم واصلت عوامل التحات، والتعرية، والتجمع الرسوبي في الوديان، وكذا الترسبات الهوائيه نشاطها.

٢-٤-١ التكوينات الجيولوجية:

من خلالال شكل رقم (٢-٨) تُصنف التكوينات الجيولوجية في المنطقة إلى:

٢-٤-١-١ الصخور المتطبقة قبل الكامبري:

٢-٤-١-١-١مجموعة بيش:

تتكون بصورة في الأساس من صخور نارية معدنية وقاتمة، وتقع في النصف الشمالي من المنطقة، لكن بعض الصخور في المجموعة كانت في الأصل تتبع مجموعة جدة، والآن تتبع مجموعة بيش؛ لأنها تتشابه معها من الناحية الصخرية أكثر من صخور مجموعة جدة، ومعظم الصخور في مجموعة بيش تحولت إلى تجمعات صخرية معدنية، وتحولت محليًا إلى صخور امفيبوليت، والصخور التي تشابه مجموعة بيش تحولت إلى صخورمعدنية قاتمة، ومقسمة إلى ثلاثة تكوينات وهي من الأكبر على الأصغر:

٢-٤-١-١-١-١ تكوين ليف: يتكون من صخور البازلت التي تحولت إلى صخور شستية خضراء، كما يحتوي التكوين على صخور سوداء وحبيبات رخام تقطعها حواجز وحوافر من مادة المرو . وتنتشر صخور هذا التكوين في أعلى وادي الأحسبة،وتبلغ نسبة مساحتة ٢٧.٥%.

٢-٤-١-١-١-٢ تكوين الجوف: يغطي تكوين الجوف تكوين ليف، ويتكون من صخور بركانية، وتتكون بصورة كبيرة من صخور البازلت، كما تحتوي على وحدات من الصخر البازلتي المتداخلة وصخور الشيرت السوداء والرخام، كما يوجد تجمع معدني متحول يشبه الموجود في تكوين ليف. وتنتشر صخوره في أعالي وادي الأحسبة. ووسط وادي قنونة وجنوبه. ويغطي مساحة تبلغ نسبتها ٢٤،١٧ % من إجمالي مساحة المنطقة.

٢-٤-١-١-١-٣تكوين دوقة: يتكون من صخور البازلت السوداء، وبعض التجمعات التحويلية التي تتكون من معادن الاكنتولايت، والالبايت، والأبيدوت، وفي الجزء العلوي من التكوين، تتداخل صخور الدوقة مع الصخور الرسوبية التي تنتمي لتكوين الرس التابع لمجموعة الباحة. وتتوزع صخوره في شمال المنطقة بين وادي لومة والأحسبة، وتبلغ نسبة مساحتة ٣.٤٣%.

٢-٤-١-١-٢مجموعة صخور الباحة:

تتكون من الصخور الرسوبية، وبعض الصخور النارية، وأهم تكويناتها:

٢-٤-١-٢-١تكوين الرس: يتكون من صخور الشيرت، والصخور الرملية، والصخور البركانية المتداخلة مع صخور الشيرت، والجزء الأكبر من تكوين الرس قد تحول إلى تشكيلات من

الكلوريت، والإبيدوت، والالبايت والصخور الكريستالية، وتنتشر صخوره في وسط منطقة الدراسة وجنوبها في أحواض وادي لومة، وقنونة، وتبلغ مساحته١٢.٤٩%.

٢-٤-١-١-٢-٢ تكوين قتنة: وهووحدة بركانية نارية تتكون من صخور رملية خضراء إلى حمراء، ومن صخور بلورية إلى صخور رملية. والصخور الرملية هي وحدات خشنة إلى متوسطة الخشونة، ويتواجد في جزء صغيرفي الركن الشرقي من وادي قنونة، ويغطي مساحة تبلغ ٠.٤٦%.

٢-٤-١-١-٢-٣ مجموعة بيش والباحة غير مصنفة: تغطي مساحة تبلغ نسبتها ٢.٥١ %، وتوجد صخوره في جزء صغير في جنوب وادي قنونة.

٢-٤-١-١-٣ مجموعة جدة:

تتكون مجموعة جدة من صخور بركانية بازلتية، وصخور الاندزايت، والداسيت، وصخور جدة وبيش في كل مكان متصلة، وأهم تكوينات هذه المجموعة هي:

٢-٤-١-١-٣-١تكوين قرشة: يتكون من صخور الاندزايت، وصخور البازلت النارية. وصخور الاندزيت هي صخور خضراء، ورمادية تميل للحمرة. وتحتوي على البلاجيوكليز، وبيروكسين،وتحتوي الحبيبات على بلورات، وابيدوت، وكلوريت، وعقيق أبيض،حبيبات البلورات المتفاوتة الأحجام فبين صخور تحتوي على بلورات بحجم ١ ملم إلى الأحجار الكريستالية، وفي جزء كبير من المنطقة تحولت صخور القرشة إلى تجمعات، والاكتنوليت، والكلوريت، والابيدوت، والسيرسيت. وتوجد صخوره في جزء صغير في أعالي وادي قنونة وتبلغ مساحتة ٠.٠٧%.

٢-٤-١-١-٣-٢مجموعة جدة والباحة غير مصنفة: تتكون من صخور الامفيبولايت والشيست، وُرسمت هذه المجموعة رسمًا منفصلاً عن صخور جدة والباحة.وتوجد في أعالي وادي قنونة، وتبلغ مساحتها مانسبته٠.٤٢%.

٢-٤-١-١-٤مجموعة عبلة:

يشير التوزيع الحالي لصخور مجموعة عبلة إلى أنه تم ترسيبها في أحواض ضيقة، والصخور القديمة بالمجموعة هي صخور رسوبية تغطي صخور مجموعة بيش، والباحة، وجدة، وكذلك التوناليت والديوريت، هذه الصخور تم نسبتها إلى تكوين رفا:

٢-٤-١-١-٤-١ تكوين رفا: يتكون من الصخور الفتاتية المشتقة من الصخور البركانية، وصخور التونالايت، والرخام، والصخور البازلتية. هذه الصخور يصل سمكها إلى ٥٠٠ م.تحولت كثيرٌ من الصخورفي التكوين إلى تجمعات من معادن الالبايت، والابيدوت، والبيوتيت، والكلوريت، والكربونات. وتوجد صخوره في أعالي وادي قنونة، بنسبة مساحة تبلغ ٠.٩٠ %.

٢-٤-١-٢ الصخور الجوفية (البلوتونية) قبل الكامبري:

٢-٤-١-٢-١ صخور التونالايت والديوريت:هي صخور أقل عمرًا من مجموعات بيش والباحة وجدة، ولكن أكبر عمرًا من مجموعة عبلة، وهي تتفاوت من صخور خشنة إلى متوسطة ودقيقة الحبيبات ومابين الرمادي الداكن إلى الفاتح، وتنتشر في أعالي وادي قنونة والأحسبة ووادي لومة كما تنتشر ايضا في وسط وأجزاء من جنوب منطقة الدراسة، ونسبة مساحتها تبلغ ١٥.٣٠% من مساحة المنطقة.

٢-٤-١-٢-٢ صخورالجابرو والميتاجابرو: تبرز أجسام صفائحية الشكل من الأولفين جابرو، والميتاجابرو، والميتاديوريت، والأنورثوسيت تحتوي معادن مافية. تنتشر في أجزاء من شمال وادي قنونة وجنوبه، بمساحة ٢.٥٨%.

٢-٤-١-٢-٣ المونزوجرانيت والجرانوديوريت والأرثونيس: تظهر كتل المونزوجرانيت والجرانوديوريت مابين الحجم المتوسط ودقيق الحبيبات بلون رمادي فاتح إلى متوسط، وتظهر كتلة الجرانوديوريت اورثونيس باللون الرمادي الفاتح بحجم متوسط إلى دقيق الحبيبات ويحتوي على نيس. وتظهر هذه الصخور في أجزاء صغيرة أعلى وادي الأحسبة، وتغطي مساحة تبلغ ٠.١٩ % من إجمالي مساحة المنطقة.

٢-٤-١-٢-٤ صخور جرانيتية متنوعة: تغطي ما مساحته ٠.١٩ % وتكونت نتيجة تداخلعددمن البلوتونات الجرانيتية صغيرة وكبيرة الحجم مع مناطق الفوالق في أعلى وادي الأحسبة من المنطقة، وتتكون من جرانيت، أو غراندوديوريت البيوتيت وهورنبلند الرمادي، والأحمر الفاتح ويتفاوت مابين دقيق إلى خشن الحبيبات، وهي متكسرة إلى حدٍ كبير بالقرب من الفوالق.

٢-٤-١-٢-٥المونزوجرانيت: تحتوي هذه البلوتونات على حبيبات متوسطة إلى خشنة وعادةً ماتكون من المونزوجرانيت السماقي، والمعادن المافية، كما تحتوي بعض الصخورعلى الابيديت والكلوريت التي تكون باللون الرمادي الفاتح.ويتواجد في شمال وادي الأحسبة وشرق وادي قنونة، وتبلغ مساحته ٤.٠٦% من إجمالي مساحة المنطقة.

٢-٤-١-٣صخور الزمن الثالث:

٢-٤-١-٣-١تكوين بيض:يغطي مساحة نسبتها ٢.٧٠ %، ويحتوي على حجر رملي، وحجر جيري، وحجر الصوان، والطف البركاني، والبازلت، والكوارتز، ويتداخل معه تدفقات بازلت، كمايوجد رماد بركاني وحجر الغرين، وتظهر صخوره أسفل السفوح الجبلية.

٢-٤-١-٤الرواسب الرباعية:

٢-٤-١-٤-١الرواسب الطميِّة: تتكون من الجلاميد، والرمال الخشنة في قيعان الأودية، كما تنتشر رواسب الطمي الناتجة عن الزراعة المحلية على نطاق واسع في الأودية، وخاصة الكبرى منها، وتوجد هذه المواد من بين حصى وجلاميد إلى مواد غرينية في المصاطب القديمة، وبقدر ٢٠م فوق قيعان الأودية والقنوات الجافة، كما توجد رواسب السهول الفيضية على نهايات الأطراف السفلية من الأودية الكبيرة، وتحتوي على الطمي والرمل ذوي الحبيبات الناعمة، والطين وتغطي مساحة تبلغ ٧.١٩ %.

٢-٤-١-٤-٢الرمال الهوائية والمواد المتشققة: تغطي السهل الساحلي طبقة رقيقة من حبيبات، وحصى رملي يتراوح مابين الخشن إلى الناعم، ويغطي هذه الطبقة حقول الرمال الهوائية والحواجز الرملية، وتتكون الرواسب السبخية مابين اللون الأسمر إلى الأبيض. ويوجدالطمي المشبع بالملح على طول الساحل، وتشكل ٢٤.٧٨% من مساحة المنطقة، ويظهرالبازلت الاوليفيني بمساحة ٠.١٣% ويوجد في وادي رقم ٦ في أعالي وادي قنونة.

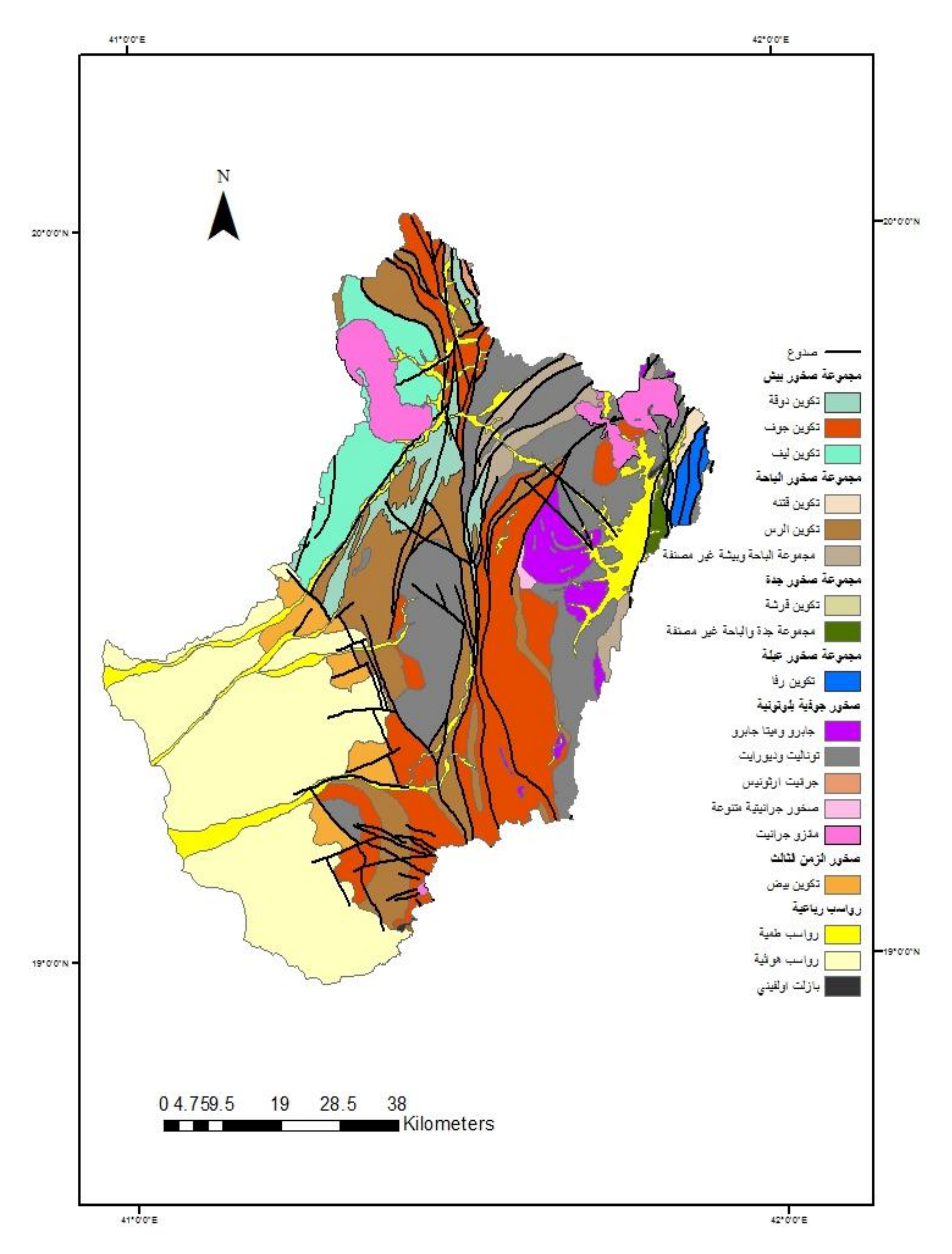
٢-٤-٢ البنية الجيولوجية:

إن أكثر ما يؤثر في المنطقة من أشكال البنية الجيولوجية هي الصدوع،والشقوق، والقواطع. والصدوع هي أسطح عدم استمرارية، أو انقطاع في الطبقات أو الصخور، وقد عانت منطقة الدراسة من الحركات الأرضية ففيها حدث الانهدام الأفريقي العظيم الذي تكون على إثره حوض البحر الأحمر. ونتج عنها العديد من الصدوع التي عملت على تقطيع سطح المنطقة، إلى جانب تكون بعض الظاهرات الجيمورفولوجية وتوجيه بعض أجزاء مجاري الأودية، وقد بلغ مجموع أعداد الصدوع (٩٧) صدعًا بطول بلغ (١٢٠٣.١٥ كم)، الأمرالذي يشكل كثافة بنيوية بلغت نحو ٠.٢١ كم / كم، وهي كثافة تعكس درجة تأثر سطح المنطقة بالتصدعات التي صاحبت تكوين أخدود البحر الأحمر، وتشير وردة اتجاه الصدوع الشكل رقم (٢-٩) التي عملت للمنطقة والجدول رقم (٢-٧) إلى سيادة للاتجاه الشمالي بنسبة ٢٦.٧%وهي اتجاهات متعامدة على البحر الأحمر، ويليه اتجاه شمال الشمال الشرقي بنسبة ١٨.٩% ثم الاتجاهات الموازية للبحر الأحمر، وهي الشمال الغربي بنسبة ٨.٦ % ، وشمال الشمال الغربي ٧.٧% ،وتشكل مجموعها ٦١.٩% من جملة أطوال الصدوع في المنطقة وتبقى٣٨.١% موزعة على باقي الاتجاهات.

الإتجاه	شـــــرق								شمال		غـــــرب							
فئات الاتجاه	٨٠-٩٠	٧٠-٨٠	٦٠-٧٠	٥٠-٦٠	٤٠-٥٠	٣٠-٤٠	٢٠-٣٠	١٠-٢٠	٠-١٠	٠-١٠	١٠-٢٠	٢٠-٣٠	٣٠-٤٠	٤٠-٥٠	٥٠-٦٠	٦٠-٧٠	٧٠-٨٠	٨٠-٩٠
نسبتها %	-	٠.٢	-	٢.٢	٦.٥	١٠.١	٥.٢	١٨.٩	١٧.٨	٨.٩	٧.٧	٨.٦	٤.٦	٧.٥	١.٨	-	-	-
مجموع	%٦٠.٩									%٣٩.١								

الجدول رقم (٢-٧) النسب المئوية لأطوال واتجاهات الصدوع

المصدر: عمل الباحثة اعتمادًا على الخريطة الجيولوجية



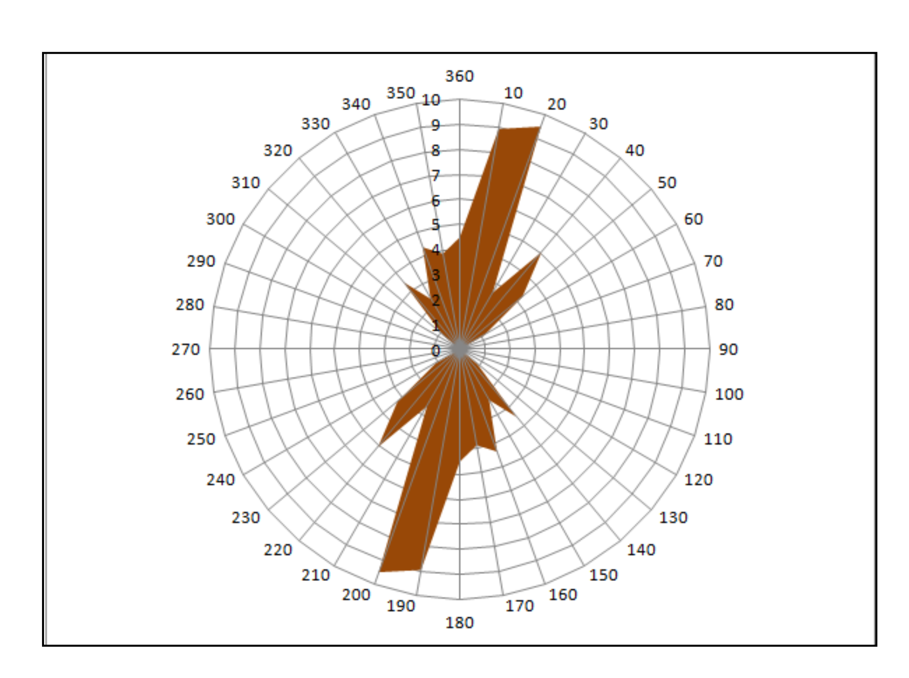
الشكل رقم (٢-٨) الخريطة الجيولوجية

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على الخريطة الجيولوجية لمربع القنفذة

وتؤثرالقواطع (dikes)عادة في صلابة الوحدات الصخرية التي تخترقها، فهي إما أن تساعدها على مقاومة عمليات التعرية، أو أنها تساعد هذه العمليات على إزالة التضاريس الموجودة، ويتوقف ذلك على صلابة تلك القواطع والتي يتحكم فيها عادة تركيبها الصخري، ومدى تشققها واتساعها وميولها. ومعظم القواطع في المنطقة تعود للعصر قبل الكامبري، وهي:

- قواطع اليشب الأحمر في مجموعات صخور بيش الباحة، وجدة، وعبلة.
- قواطع البازلت المتحولة تظهر في بلوتونات التونالايت والديورايت.
- قواطع الابليت والبيجامتيت والمايكروجرانيت تنتشر في كافة المنطقة.
- قواطع الريوليت تقطع كافة البلوتونات، والصدوع الأحدث عمرًا في المنطقة.
- قواطع الجابرو والتي تنتمي للزمن الثالث تتركز في الصدوع التي تميل إلى الشمال الغربي، وتكون بسمك ١٥إلى ١٠٠ متر ذات لون رمادي داكن.

وتتوزع الشقوق والفواصل في في معظم الصخور المكشوفة في منطقة الدراسة إلا أنها تزيد في أنواع من الصخوردون غيرها، وتختلف الشقوق في أسباب نشأتها واتجاهاتها، ويظهر في المنطقة الشقوق الأفقية والرأسية، وقد لوحظ من الدراسة الميدانية أنه تكثر الشقوق في صخور التوناليت والجرانيت ويليها تكوين بيض، وتقوم الشقوق والفواصل بدورفي نشأت الأودية الصغيرة والروافد، لكونها مناطق ضعف، كما تسهم في عمليات التعرية والتجوية.



الشكل رقم (٢-٩) وردة اتجاهات الصدوع

المصدر: عمل الباحثة اعتمادًاعلى الخريطة الجيولوجية

٢-٥ الخصائص التضاريسية:

٢-٥-١ الارتفاع:

يتراوح ارتفاع منطقة الدراسة بين ٢ م عند خط الساحل في قوس دلتا وادي قنونة الذي يحتضن مدينة القنفذه في الغرب و٢٥٠٢ م في أعلى حوض وادي الأحسبة، والذي يمثل خط الشعاف، أو خط الانكسار الرئيس لحوض البحر الأحمر شرق منطقة الدراسة. ويُلاحظ أن سطح الأرض في منطقة الدراسة يرتفع تدريجيًا من خط الساحل نحو الشرق.

٢-٥-٢ الانحدار:

تعتبر دراسة انحدار سطح الأرض في أي منطقة من الدراسات المهمة والمفيدة في تحليل أشكال سطح الأرض، والتعرف على أصل نشأتها، ومراحل تطورها.

والانحدار أو المنحدر هو ميل سطح الأرض عن خط الأفق أو الميلان الذي يربط بين نقطتين مختلفتي المنسوب وفي بعض الأحيان بنفس المنسوب كما هو الحال بالنسبة للسطح المستوي ويعبر عن الانحدار بالدرجة أو النسبة المئوية أو من خلال التضرس النسبي فمثلاً الانحدار الذي تبلغ قيمتة ٣٠% يساوي ١٧،١٦° أو ٣٠٠م/ كم (سلامة ،١٤٢٥، ص ١٤٠)، وقد صنف يونج المنحدرات إلى سبع فئات من الانحدار)،(Young, 1972, p.173) وهي:

١. انحدار شبه مستوٍإلى خفيف جدًا: ويتراوح فيه الانحدار من (٠- ٢°)
٢. انحدار خفيف: ويتراوح فيه الانحدار من (٢°- ٥°)
٣. انحدار متوسط: ويتراوح فيه الانحدار من (٥°- ١٠°)
٤. انحدار فوق المتوسط: ويتراوح الانحدار فيه من (١٠°- ١٨°)
٥. انحدار شديد:ويتراوح الانحدار فيه من (١٨°- ٣٠°)
٦. انحدار شديد جداً: ويتراوح الانحدار فيه من (٣٠°- ٤٥°)
٧. انحدار جرفية وهي التي يزيد فيها الانحدار عن (٤٥°)

وعند تطبيق التصنيف على المنطقة توافرت جميع فئات الانحدارات في المنطقة جدول رقم (٢-٨) وهي:

<u>٢-٥-٢-١ فئات الأراضي المستوية والمستوية جداً من (٠°- ٢°):</u>

هي أكبرفئات الانحدار بالمنطقة من حيث المساحة، حيث تبلغ مساحتها ٢٣،٢٣٢٠ كم أي مايعادل ٢٦،٤١% من جملة مساحة المنطقة، وتظهر هذه الفئة في الآتي:

- المناطق الساحلية المستمرة لمسافات تصل لعدة كيلومترات متصلة وتمتد من منطقة العجالين شمالاً حتى القوز جنوبًا، ومن خط الساحل غربًا حتى المنطقة الممتدة من القصيباء إلى سبت الجارة شرقًا.
- الدالات والمراوح الفيضية الملاحظ وجودها في دلتا وادي قنونة ودلتا وادي الأحسبة.

- أرضية الأودية فيلاحظ ارتباط هذه الفئة بأرضية الأودية خارج النطاقين السابقين لا سيما وادي الأحسبة، ووادي قنونة، وروافدهما العليا.

٢-٥-٢-٢ فئة الأراضي الهينة الانحدار (٢°- ٥°):

تبلغ مساحة هذه الفئة ٦٨٨.٢٣ كم وبنسبة ١٢.٢٤% من مساحة المنطقة، وتظهرفي أماكن متفرقة في وسط المنطقة وأرضية الأودية.

٢-٥-٢-٣ فئة الأراضي المتوسطة الانحدار (٥°- ١٠°):

تمثل هذه الفئة ٦٨٦.٣٦كم ١٢.٢٠% من جملة مساحة المنطقة، وهي تنتشر جنبًا إلى جنب من فئة الأراضي هينة الانحدار.وتتساوى الفئتان السابقتان من حيث نسبتهما، وأماكن انتشارهما.

٢-٥-٢-٤ فئة الاراضي فوق المتوسطة الانحدار (١٠°- ١٨°):

تمثل هذه الفئة٨١٧.٩٦ كم أي ١٤.٥٤%، وهي وترتبط بمرتفعات خطوط تقسيم المياه بين أحواض الأودية.

٢-٥-٢-٥ فئة الاراضي الشديدة الانحدار (١٨°- ٣٠°):

هذه الفئة تبلغ مساحتها ٨٢٣.٢١ وتمثل مانسبته ١٣.٦٤%، وهي تنتشر إلى جانب الأراضي فوق المتوسطة الانحدار.

٢-٥-٢-٦ فئة الاراضي شديدة الانحدار جدًا (٣٠°- ٤٥°):

تمثل ٤.٥٧% (٢٥٧.٣٩كم)، وترتبط بحافة خط الشعاف أعلى المنطقة تلي فئة الحافات الرأسية مباشرة كما ترتبط بالكتل الجبلية في المنطقة مثل جبل أثرب، ودقناء، وظلمان.

٢-٥-٢-٧ فئة الانحدارات الجرفية أو الرأسية أكثر من (٤٥°):

وهذه الفئة هي الأقل، وترتبط بخط الشعاف خط الانكسار الرئيس لحوض البحر الأحمر في أعالي المنطقة وتمثل مانسبته ٠.٥١% بمساحة تقدر بـ ٢٨.٩٠كم.

الفئات الرئيسة لدرجات انحدار السطح			الاتجاهات الرئيسة لانحدارات السطح		
فئات الانحدار	المساحة (كم)	النسبة %	الاتجاه	المساحة (كم)	النسبة %
من ٠° إلى ٢ °	٢٣٢٠.٢	٤١.٢٦	مناطق مستوية	٨٢.٨٢	١.٤٦
من ٢° إلى ٥°	٦٨٨.٢	١٢.٢٠	الشمال	٤٢٧.٠٩	٧.٥٩
من ٥° إلى ١٠°	٦٨٦.٣	١٢.٢٤	الشمال الشرقي	٤٥٦.٧٨	٨.١٢
من ١٠° إلى ١٨°	٨١٧.٩	١٤.٥٤	الشرق	٥٩٢.٧٦	١٠.٥٤
من ١٨° إلى ٣٠°	٧٢٣.٢	١٤.٦٤	الجنوب الشرقي	٦٤٣.٨٦	١١.٤٥
من ٣٠° إلى ٤٥°	٢٧٥.٣	٤.٥٧	الجنوب	٧٤٧.٠٣	١٣.٢٨
أكثر من ٤٥°	٢٨.٩	٠.٥١	الجنوب الغربي	٩٣٥.٦٨	١٦.٦٤
-	-	-	الغرب	١٠٢٢.٥٦	١٨.١٨
-	-	-	الشمال الغربي	٧١٣.٧١	١٢.٦٩
الجملة	٥٦٢٢.٢	%١٠٠	الجملة	٥٦٢٢.٢	%١٠٠

الجدول رقم (٢-٨) فئات الانحدار واتجاهات الانحدار في منطقة الدراسة

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًاعلى بيانات dem

٢-٥-٣ نسبة التضرس:

يعتبر التضرس من المؤشرات المهمة التي تشير إلى الخصائص التضاريسية ويتم حسابه بأكثر من طريقة:

٣-٥-٣-١ التضاريس القصوى، وهي عبارة عن الفارق بين أعلى نقطة، وأقل نقطة في المنطقة وبناءً على هذا المعامل تبلغ قيمة التضاريس القصوى بالمنطقة ٢٥٠٠م

٢-٥-٣-٢ نسبة التضرس = منسوب أعلى نقطة – منسوب أدنى نقطة بالمنطقة (أي التضاريس القصوى) / طول المنطقة.

أي أن نسبة التضرس = التضاريس القصوى / طول المنطقة

وتبعًا لهذا العامل تبلغ نسبة التضرس ٢٢.١/ كم، وهي نسبة متوسطة، وهي نتيجة لفعل الارتفاعات العالية في المنطقة في شرقها والمساحة التي سويت بالإرساب في غربها في المنطقة السهلية.

٢-٦ الخريطة الجيومورفولوجية للمنطقة:

تعد الخريطة الجيومورفولوجية المحصلة النهائية للدراسة الجيومورفولوجية، وتتسم هذه الخريطة التي تضم معلومات كثيرة لها أهميتها في عمليات التنمية، وكذلك لتحديد الطريقة المثلى لاستغلال البيئة الطبيعية، ويعد كل من كليماشفسكي Klimaszewskiوتريكارت Tricart من الرواد الذين درسوا إمكانية استخدام الخرائط الجيومورفولوجية في مجالات التنمية الاقتصادية (متولي، ص ٣٥٧)، واعتمدت الباحثة في عمل الخريطة الجيومورفولوجية على توضيح أصل نشأة الظواهر الجيومورفولوجية وهو مايُعرف بالخرائط الجيومورفولوجية المورفوجينية Morphogenetic التي تصف الظاهرات بحسب نشأتها (الجعيدي،١٩٩٧،ص ٧) وتُصنف تلك الظاهرات إلى ظاهرات ناتجة عن العمليات الداخلية Endogenous، وهي الأشكال ذات

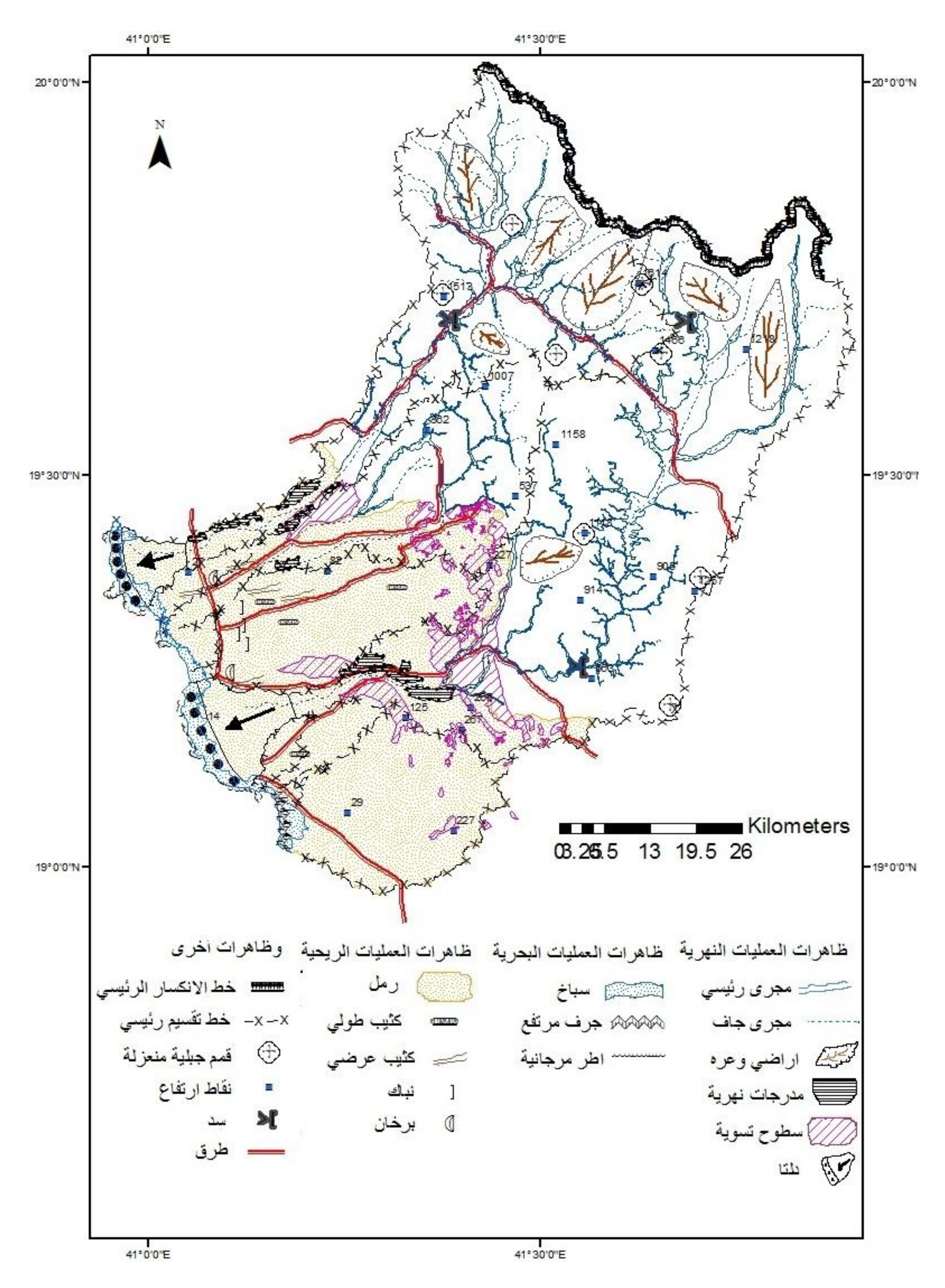
النشأة البنيوية، وظاهرات ناتجة عن عمليات خارجية Exogenous، ويندرج ضمنها الأشكال التحاتية، والأشكال الناتجة عن العمليات الهوائيه، والعمليات النهرية والساحلية. وتضم منطقة الدراسة عددًا من الأشكال الجيومورفولوجية الشكل رقم (٢-١٠)، وسوف نتناول أهم الأشكال الجيومورفولوجية الرئيسة في المنطقة وهي كالآتي:

٢-٦-١ الأشكال النهرية:

بالرغم من جفاف الصحراء في الوقت الحاضر، إلا أن حدوث الفترات المطيرة خلال العصور الجيولوجية السابقة أدت إلى حفر أعداد هائلة من نظم التصريف المائي، وتشير الدراسات إلى أن أودية سهل تهامة تشكلت مع ظهور جبال السروات في الزمن الثالث، حيث ارتفعت هذه الجبال وتشكلت عليها شبكات التصريف خاصة في ظل وجود عدد من الصدوع التي سلكتها تلك الأودية أثناء جريانها، وعلى هذا ارتبطت نشأة الأودية بالبنية الجيولوجية، والتطور الجيولوجي، وبظروف المطر في العصور الجيولوجية للزمنين؛ الثالث والرابع، يقطع سطح منطقة الدراسة نحو تسعة أودية جافة تصل مجاريها الرئيسة إلى الرتبة السادسة، وتنبع بعض تلك الأودية من جبال السروات، وتقطع السهل الساحلي لتصب في البحر الأحمر، وينبع بعضها الآخر من تلال السهل الساحلي، وتقطع سطحه لتصب أيضًا في البحر الأحمر.

- المطر في الزمن الثالث:

قد شهدت الجزيرةالعربية خلال تاريخها الطويل لمدة فترات كان فيها المناخ مختلفًا عن المناخ السائد،واختلفت عصور الزمن الثالث فيما بينها في كمية التساقط؛ حيث ذكر أن عصر المايوسين الأسفل ارتفعت فيه كمية التساقط، ومن المتوقع أن تكون أودية شبه الجزيرة العربية قد بدأت في بناء مجاريها في هذا العصر خصوصًا أنه العصر الذي بدأ فيه التشكل شبه النهائي لأخدود البحر الأحمر وارتفاع جانبيه ارتفاعًا كبيرًا أدى إلى تجديد نشاط الأودية التي كانت تجري ببطْء على الجوانب هينة الانحدار لقبة الأخدود واستمر هذا المناخ في عصر المايوسين الأوسط إلا أنه اتسم بالجفاف في عصر المايوسين الأعلى. (الوليعي،١٤٠٨).



الشكل رقم (٢-١٠) الخريطة الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة حسب تصنيف I.T.C. 1991

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على الصور الفضائية، والخرائط الطبوغرافية، والدراسة الميدانية وبرنامج Google Earth Pro

- المطر في الزمن الرابع:

ويرجح معظم العلماء أن الشبكة الكبرى من مجاري الأودية الموجودة الآن في شبه الجزيرة اتخذت شكلها النهائي في الفترة المطيرة التابعة للبلايوسين الأعلى، والبلايستوسين الأسفل، ونشطت الأودية، واستطاعت إيجاد بعض الظاهرات الجيمورفولوجية كحفر مجاري عميقة متعرجة، وبناء مصاطب وكذلك تراجع الحافات، وبناء شبكة المجاري الكبيرة، وقد ذكر (البارودي،٢٠٠٧،ص٨٣) أن المملكة العربية السعودية شهدت في هذا الزمن ثلاث فترات مطيرة قطعتها فترات جفاف. وماتشمله من أشكال أرضية ودورات ترسيبية سواءً أكانت لمراحل جافة كالكثبان الرملية، والقشرات الكلسية، أم لمراحل رطبة كأنظمة مجاري الأودية المتطورة، والمدرجات، والمراوح الغرينية، والدلتاوات والتي تعطي تصورًا عن الأنظمة الجيمورفولوجية التي سادت خلال هذا الزمن.

٢-٦-١-١الأودية:

يقطع سطح المنطقة تسعة أوديةجافة، ولبعض تلك الأودية أسماء على الخرائط الطبوغرافية، وبعضها ليس له أسماء فأُعطيت أرقامًا، وينبع واديان من هذه الأودية من جبال السروات، ويصبان في البحر الأحمر، وهي وادي قنونة، ووادي الأحسبة الشكل رقم (٢-١٢) اللذان تبلغ مساحة أحواضهما (٣٧٢٠.٨ كم) من مساحة منطقة الدراسة، وبمتوسط بلغ (١٨٦٠.٤كم)،ويعد حوض وادي قنونة أكبر مساحة (٢٤٢٣.٥كم).

أما الأودية التي تنبع من السلاسل الأقل ارتفاعًا، وتلال السهل الساحلي يبلغ عددها ٦ أودية، خمسة منها بدون أسماء،وهي من الشمال إلى الجنوب وادي رقم١، و٢،ولومة،و٣،و٤،و٥،و٦، ومساحة أحواضها (١٨٤١.٤٩ كم) من مساحة المنطقة ويبلغ متوسط مساحتها (٢٦٣ كم) أكبرها مساحة حوض وادي لومة (٦٧٢.٨كم) وأصغرها هو حوض رقم ٤ (٣٧.٠٤ كم).

٢-٦-١-١-٢القطاعات الطولية:

إن دراسة القطاعات الطولية تهدف إلى توضيح العلاقة بين نظم الأودية النهرية، ومستوى القاعدة، كماتهدف إلى إبراز تأثير اختلاف توزيع الصخور الصلبة، والصخور الضعيفة في الحوض، وتوضح القطاعات الطولية للأودية العمر الذي تمر به، وقد تم رسم القطاعات لأحواض منطقة الدراسة الشكل رقم (٢-١١)،ومن الجدول (٢-٩) يمكن استنتاج مايلي:

- بلغ المتوسط العام لدرجات انحدار القطاعات الطولية (٠.٣٦) وترتفع درجة انحدار أودية جبال السروات، ووادي لومة عن المتوسط.
- بلغ المتوسط العام لمعدل تعرج القطاعات الطولية للأودية (١.٢)، الأمرالذي يدل على قلة التعرج.
- يُلاحظ الانتظام في الانحدار في وادي قنونة، ووادي رقم ٣، الأمرالذي يعني أنها قامت على تسوية أجزائها، وأن عدم الانتظام في منطقة المنابع في وادي الأحسبة ولومةلأنها لم تصل لمرحلة التوازن بين عمليات النحت في الأجزاءالعليا، والترسيب في الأجزاءالوسطى

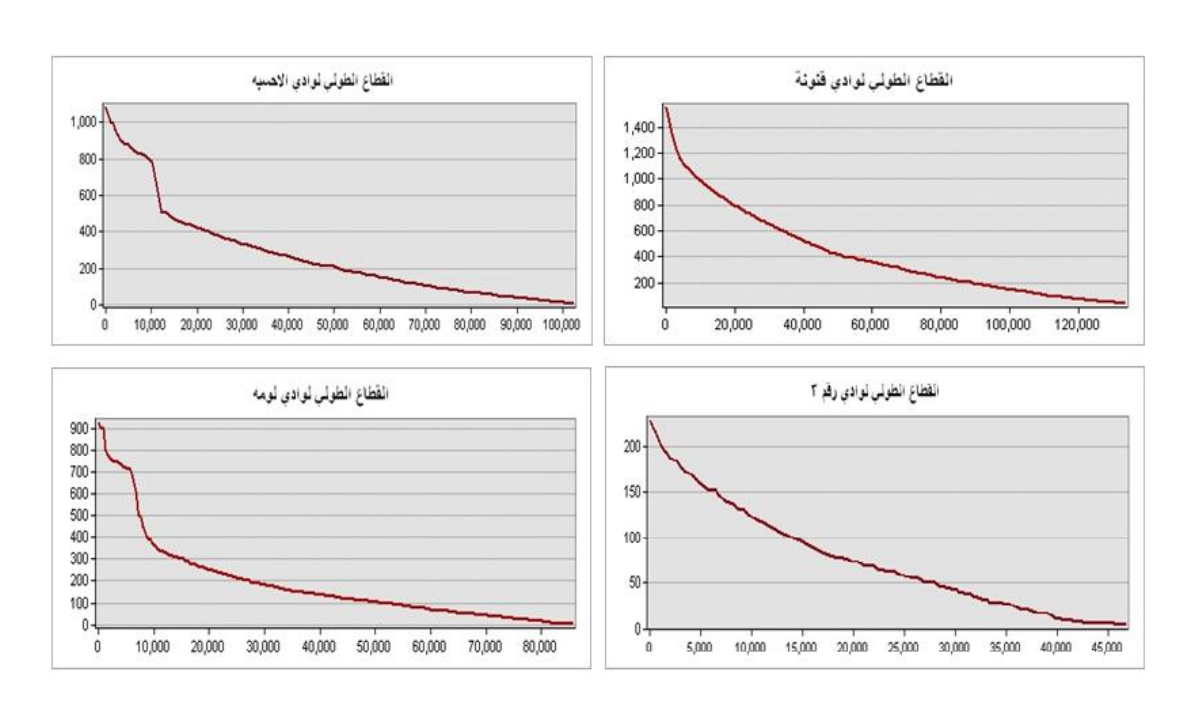
والدنيا، وأنها مازالت متأثرة بالجرف الانكساري للبحر الأحمر، بحيث يقترب شكلها من مساقط المياه(شلالات) واقترانها بالجرف الانكساري أقرب إلى كونها عقبات صخرية في مجرى هذين الواديين الشكل رقم (٢-١٣)، وتبعد نقطة تغيير الانحدار في مجرى وادي الأحسبة حوالي (٩٠كم) من المصب، ونقطة تغيير الانحدار في وادي لومة تبعد حوالي (٧٠كم).

اسم الحوض	متوسط درجة انحدار قطاعات الحوض	متوسط معدل انحدار قطاعات الحوض	المجرى مستقيم	المجرى متعرج	مؤشر التعرج *
١	٠.١٤	٠.٠٠٢	١٩.٥٣	٢١.٥٤	١.١
٢	٠.١٦	٠.٠٠٢	١٧.٩٤	٢١.٢٦	١.١
٣	٠.٣٣	٠.٠٠٥	٤٢.٠٦	٤٩.٨٣	١.١
٤	٠.١٢	٠.٠٠٢	١٢.٨٤	١٥.٥٢	١.٢
٥	٠.٢٠	٠.٠٠٣	٢١.٠٨	٢٥.٧٦	١.٢
٦	٠.٢٥	٠.٠٠٤	٣٢.٧٧	٤٣.٠١	١.٣
لومة	٠.٧٣	٠.٠١٢	٦٣.٧٦	٨٩.٢٥	١.٣
الأحسبة	٠.٦٩	٠.٠١١	٨٤.٦٠	١٠٦.٤٤	١.٢
قنونة	٠.٦٢	٠.٠١٠	١١٣.٥٧	١٥١.٣٠	١.٣
المتوسط	٠.٣٦	٠.٠٠٥	متوسط مؤشر التعرج		١.٢

*مؤشر التعرج هي العلاقة بين الطول الفعلي والطول كخط مستقيم

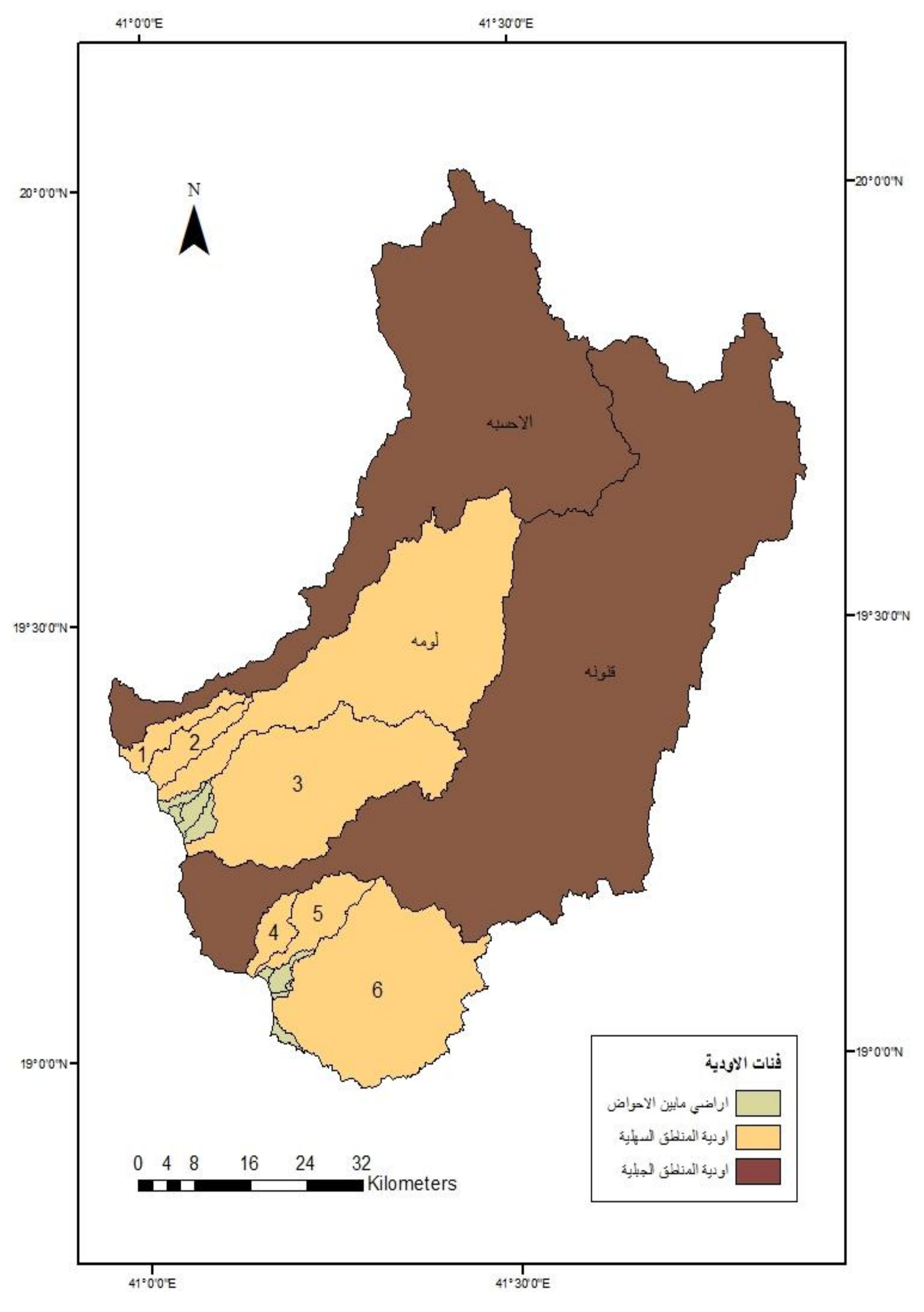
الجدول رقم (٢-٩)معدل درجات انحدار القطاعات الطولية ومؤشر التعرج للأحواض

المصدر:إعداد الباحثة اعتمادًا على dem



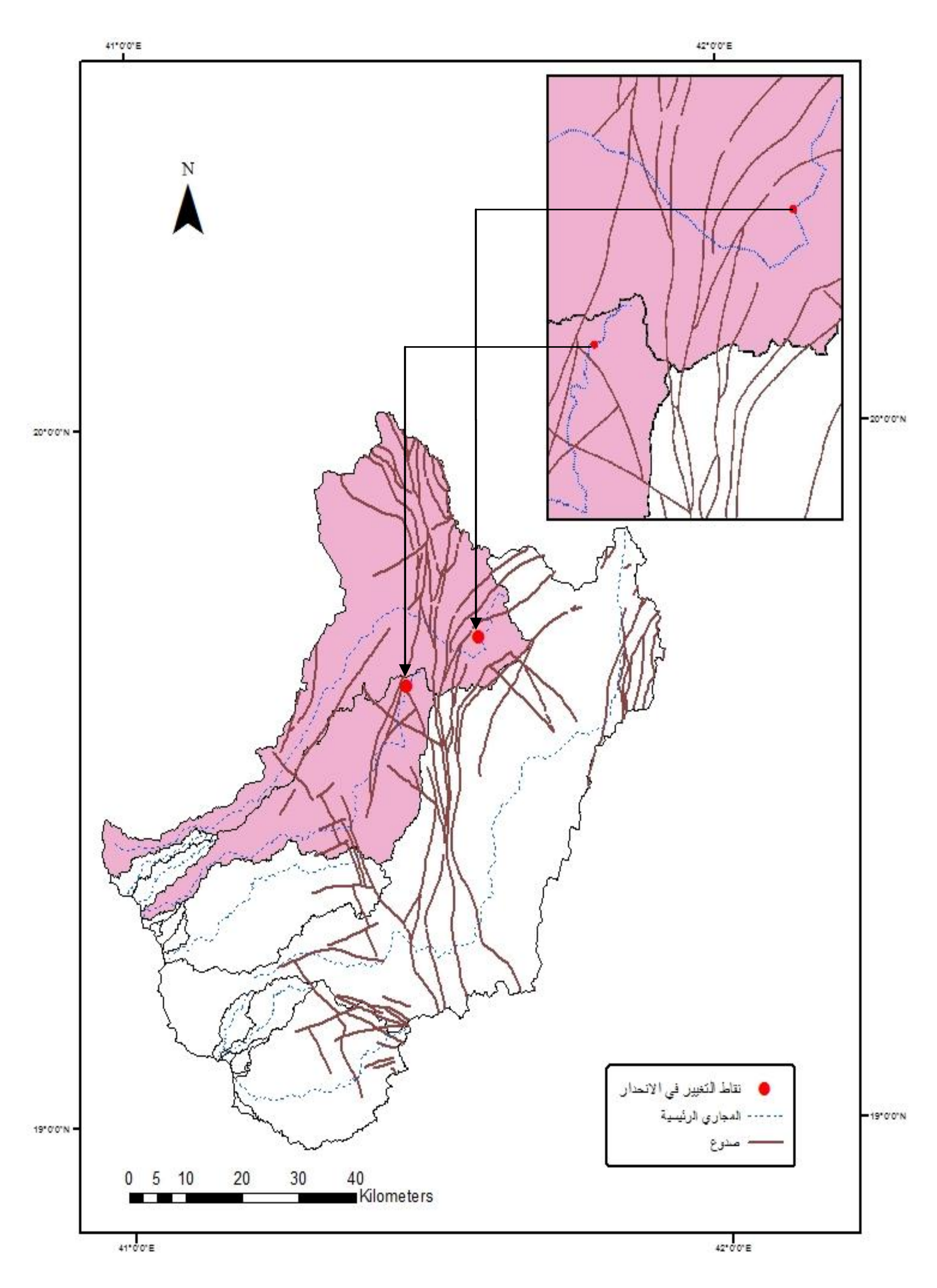
الشكل رقم (٢-١١) القطاعات الطولية لأحواض منطقة الدراسة

المصدر: عمل الباحثة اعتمادًا على dem



الشكل رقم (٢-١٢) تقسيم الأودية بمنطقة الدراسة وفق منابعها

المصدر:إعداد الباحثة اعتمادًا على dem



الشكل رقم (٢-١٣) مواقع نقاط تغيير الانحدار بالنسبة للصدوع

المصدر:إعداد الباحثة اعتمادًا على dem

٢-٦-١-٢ الدالات الفيضيةdelta :

تتجمع الرواسب فوق سطح القاع الضحل، وتتراكم أمام فوهة النهر وعلى جانبي الجزء الأدنى من الوادي النهري، وبتوالي عمليات تراكم الرواسب على شكل طبقات تغطي الأسطح القريبة من مصب النهر عامًا بعد عام قد تتكوَّن سهول واسعة الامتداد مستوية السطح، وتظهر غالبًا على شكل مروحي، ويطلق على تلك السهول اسم الدلتا delta (ابو العينين، ١٩٩٥، ص٤٢٦)، ولاتختلف تلك الدالات الفيضية كثيرًا عن شكل الدلتا، وتظهر في صورة غطاءات فيضية واسعة الانتشار أسفل الأودية الكبرى في المنطقة مثل: وادي قنونة ووادي الأحسبة، والظروف التي تساعد على التراكم الدلتاوي هي:

- عظم الحمولة النهرية ودقة حجم حبيباتها.
- بطء جريان المياه بالجزء الأدنى من النهر.
- وصول النهر لمرحلة متقدمة من دورتها التحاتية الأمر الذي يساعد على تراكم الرواسب بالقرب من خط الساحل، وعدم دفعها إلى الأعماق البعيدة للبحر بسبب ضعف الطاقة النهرية.
- هدوء منطقة المصب من الأمواج العاتية، والتيارات البحرية النشطة، وحركات المد والجزر.
- قلة وجود البحيرات التي تعترض المجرى النهري حتى لا تترسب على قيعانها الرواسب،أوانعدامها.
- ضحالة منطقة المصب، وعدم تعرضها لحركات الهبوط التكتوني حتى لاتظهر الإرسابات النهرية فوق مستوى سطح البحر، ولاتهبط تدريجيًا، وتنغمر بالمياه (تراب، ١٩٩٦، ص٣٨)، وهو ماينطبق على الدلتاوات في المنطقة التي تكونت نتيجة حمولة نهرية كبيرة من أوديتها في البلايستوسين، إضافة إلى ضحالة المنطقة الساحلية عند المصب، وضعف الأمواج كلها عوامل سمحت بترسب هذه الحمولة وتكون الدلتاوات.

الخصائص التضاريسية للدلتاوات:

- المدى التضاريسي لدلتا وادي الأحسبة ٣٣ مترًا من رأس الدلتا إلى ٣ مترًا عند التقاء اليابسة بالماء، وبالنسبة لدلتا قنونة يزيد المدى قليلاً فيبلغ ٣٧ مترًا عند رأس المروحة إلى ٢ متر.
- من خلال الخرائط الكنتورية تأخذ خطوط الكنتور أشكال أقواس متوازية محدبة باتجاه قاعدة الدلتا.
- يتشكل سطح دلتا وادي الأحسبة، ووادي قنونة من مجموعة من الانحدارات المستوية إلى الخفيفة جدًا حسب تصنيف يونج وتتراوح بين صفر إلى ١.٤ و٠.٦٩ على التوالي، كما تتجه الانحدارات بالاتجاه العام للمنطقة ناحية الغرب والجنوب الغربي.
- أبعاد الدلتاوات وخصائصها الشكلية المورفومترية:

تأخذ الدلتاوات الشكل المثالي، وهو المثلث ولها جناحان، أو جانبان، أحدهما يمثل الجانب الشمالي northern limb، والآخر يمثل الجانب الجنوبي southern limb،ومن الجدول رقم (٢-١٠) يظهرأن الطول المحوري للدلتاوات axial length (الخط

العامودي الممتد من عنق الدلتا حتى أقدامها) هو الأكثر طولاً من جانبيها في دلتا قنونة، أما دلتا الأحسبة يبلغ الجانب الشمالي (١٠.٦٦كم) أي أطول ببضع مترات من الطول المحوري للدلتا.

الخصائص	دلتا وادي الأحسبة	دلتا وادي قنونة
المساحة / كم٢	٧٥.١٢	١٤٩.٨٦
نسبة مساحة الدلتا إلى الحوض	٥.٥٩*	٦.١٨
المحيط / كم	٤١.٦٩	٥٧.٦٩
الطول المحوري/ كم	١٠.٥٦	١٤.٧٦
العرض / كم	٧.٢٣	١٠.٢٧
نسبة الاستدارة	٠.٥٥	٠.٥٦
نسبة الاستطالة	٠.٩٢	٠.٩٣
معامل الشكل	٠.٦٩	٠.٧٠
طول قوس الدلتا / كم	١٥.٩١	٢٣.٣٤

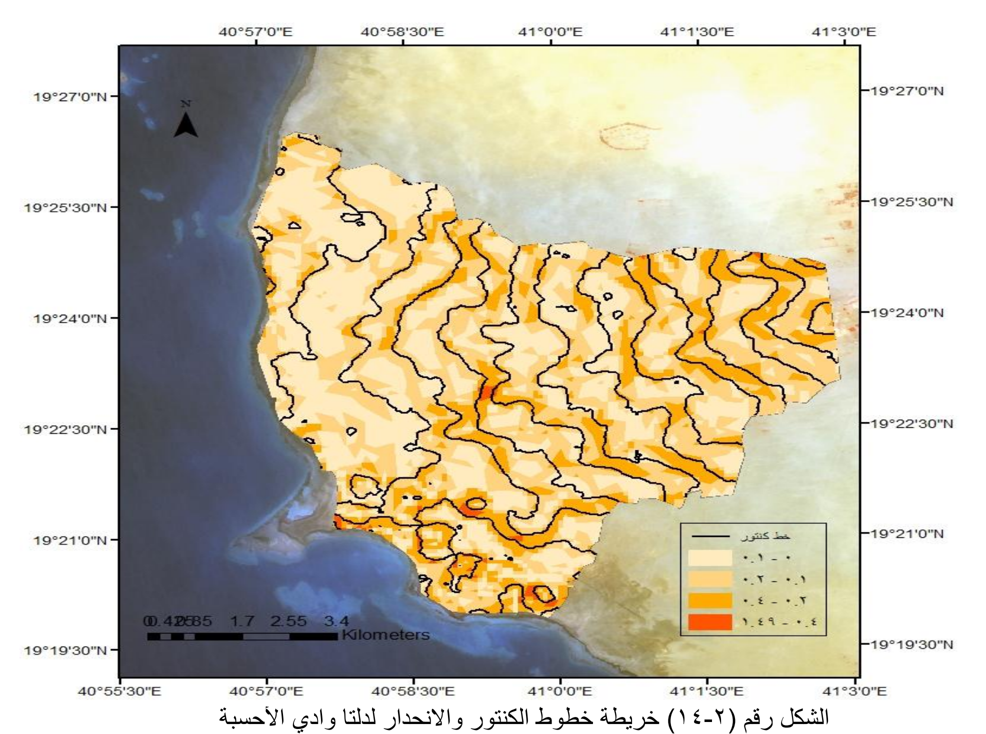
* تم إضافة مساحة حوض رقم واحد إلى مساحة حوض وادي الأحسبة عند دراسة علاقة دلتا وادي الأحسبة بالأحواضالمكونة لها

الجدول رقم (٢-١٠) الخصائص الشكلية المورفومترية للدلتاوات

المصدر: عمل الباحثة اعتمادًاعلى demوصور القمرspot5

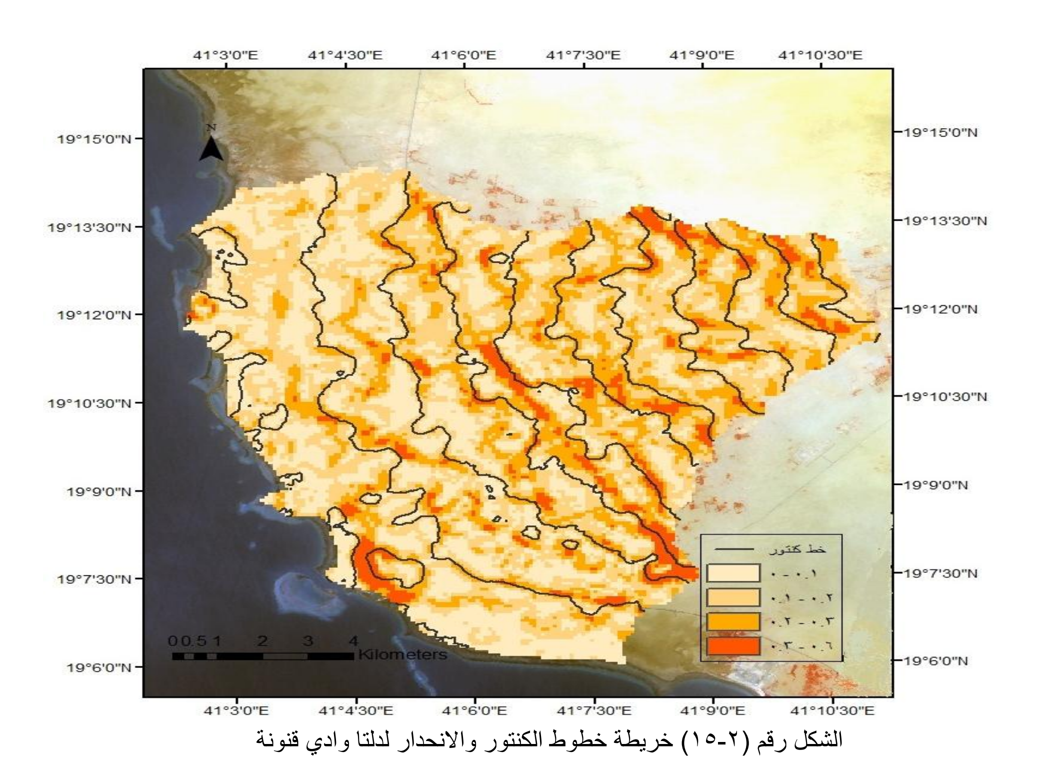
، وهذا بخلاف كثير من الدلتاوات والمراوح الفيضية التي يكون الطول المحوري فيها هو أطول أبعادها. ويصل طول قوس الدلتاوات إلى نحو ١.٥ لطولها المحوري.

- عند دراسة أوجه العلاقة بين الأحواض والدلتاوات يتبين أن دلتا وادي الأحسبة تشكل ٥.٥٩%، ودلتا وادي قنونة ٦.١٨% من المساحة الحوضية، وأن العلاقة بين أحواض التصريف المائي، ودلتاواتها هي علاقة طردية.
- تدل نسبة الاستطالة للدلتاوات أنها تبتعد تمامًا عن الشكل المستطيل، كماتدل نسب الاستدارةعلى استدارة الدلتاوات، وتؤكد قيمة معامل الشكل على الشكل المثلث للدلتاوات و أنها تبتعد عن الشكل الطولي. وتغطي الرواسب الطينية للدلتا كثبان رملية ومناطق سبخات قرب الساحل الصورة رقم (٢-١)، وقد تشير بعض المؤشرات إلى تحديد ترتيب زمني للرواسب في دلتاوات المنطقة، فهناك قاعدة ثلاثية تظهر في الأطراف الشرقية للسهل الساحلي، لايمكن الجزم بوصولها حتى جبهة الدلتاوات عند خط الساحل، كما لايمكن معرفة سُمك الرواسب الرباعية عند هذه الجبهات، ومن ثم يمكن ترجيح أن تكون رواسب فترة الرباعي جميعها مجتمعة أسفل الدلتاوات، وتمثل رواسب المدرج ٢٠م (بمجرى وادي دوقة) أقدم الرواسب النهرية البلاستوسينية تليه رواسب الدلتا السطحية، ثم الرواسب الرملية التي تغطيها، وبما أن وجود بقايا تربات طينية تغطي الفرشات الرملية، فإن ذلك يشير إلى وجود فترة مطيرة أعقبت الفترة الجافة التي ترسبت فيها الفرشات الرملية (البارودي،٢٠٠٧،ص٥٩)، وتوجد رواسب الهولوسين في مجاري ضيقة ومحدودة على أسطح الدلتاوات.



الشكل رقم (٢-١٤) خريطة خطوط الكنتور والانحدار لدلتا وادي الأحسبة

المصدر:إعداد الباحثة اعتمادًا على dem



الشكل رقم (٢-١٥) خريطة خطوط الكنتور والانحدار لدلتا وادي قنونة

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على dem



الصورة رقم (٢-١) قطاع للتربة يظهر الرواسب الطينية لدلتا وادي قنونة

المصدر: تصوير الباحثة من خلال الدراسة الميدانية

٢-٦-١-٣المراوح الفيضية لروافد الأوديةAlluvial fan:

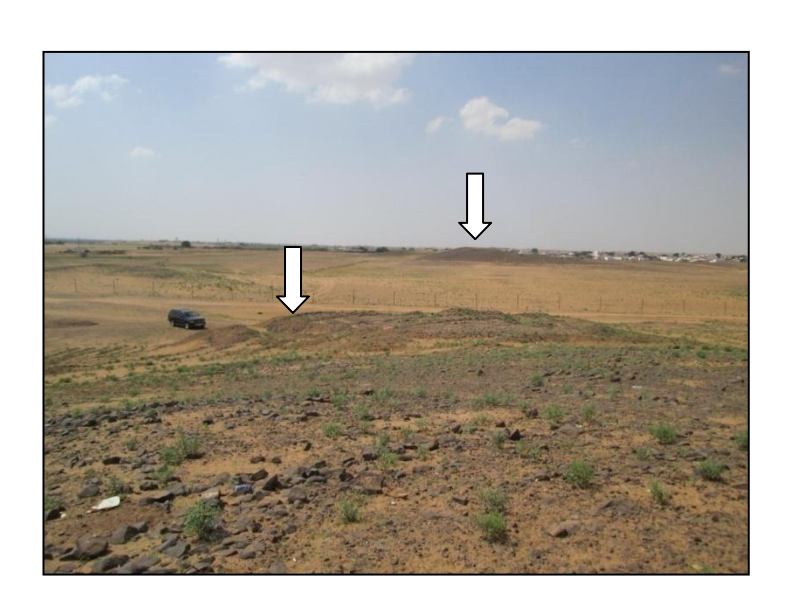
يقصد بمراوح روافد الأودية تلك المراوح التي تقع بالمجاري الرئيسة للأودية، والتي رسبتها روافد ثانوية تقطع جوانب هذه الأودية، توجد هذه المراوح بعدد قليل على جوانب المجاري الرئيسة لكل من وادي قنونة والأحسبة.

- لم تتعدى مساحة المراوح من عشرات الأمتار إلى مئات الأمتار المربعة، أي أنها صغيرة المساحة، وتأخذ الشكل المروحي النموذجي. وبعضها يأخذ شكل البهادا عند اتصال أكثرمن مروحة.
- تتراوح أطوال المراوح بين ١٠ أمتارإلى ٤٠ مترًا، ومتوسط عرضها بين ١٠ أمتارإلى ٨٠ مترًا.
- تتتراوح درجات انحدار أسطح المراوح بين ١°- ٥°،ويرتبط بمدى ارتفاع جانب الوادي،وأبعاد الرافد المكونة للمروحة،وتظهر المراوح في الأودية ممتدة لمسافة طويلة وانحدارها قليل، وهذايدل على الانحدار التدريجي للسفوح نحو المجرى الرئيس.
- لوحظ ان بعض المراوح يعمل المجرى على إزالة قاعدتها.

٢-٦-١-٤المدرجات النهرية River Terrace:

وهي عبارة عن السهول الفيضية القديمة التي كونتها الأودية قبل أن تعمق مجاريها في سلسلة متعاقبة لتصل إلى مستوى القاعدة الجديد، وتتكون من الرواسب التي جلبتها مجاري الأودية، وسجلت الدراسة الميدانية عددًا من المدرجات الفيضية تقع على جوانب مجاري الأودية، كما يُلاحظ أن الانحدار أكثرشدة في المدرجات الأحدث، وأقل في المدرجات الأقدم، وتم تسجيل ثلاثة مستويات في مجاري وادي قنونة الدنيا وهي:

- المدرج الأعلى ١٣م: ويظهر على جانبي الوادي الرئيس، وقد تعرض للتقطيع نظرًا لقدمه، ويمتد على شكل كتل مشرفة على المجرى الرئيس، وتتميز رواسبه بحسب قطاعه الملاحظ في الحقل بالمواد الخشنة نسبيًا والمواد الناعمة، الأمر الذي يشير إلى التباين في كمية الأمطار، وقوة الجريان، وسرعته أثناء ترسيب هذه المواد الصورةرقم (٢-٢).
- المدرج الاوسط ٢م: تتكون رواسب هذا المدرج من المفتتات الناعمة من الحصى والإرسابات الناعمة (الرمل)، والتي قد تشيرإلى حدوث انقطاع في الجريان الأمرالذي ساعد الرياح على إرسابها صورة رقم (٢-٣).
- المدرج الأدنى ١م: يوجد هذا المدرج بالمجرى الرئيس للوادي، وهو الأحدث لذا يُلاحظ أنه متصل لمسافات، وغير متقطع، ويتكون من الرواسب الناعمة، وتنتشر بعض النباتات الموجودة في أعلاه، والمرجح أن يكون هذا المدرج قد شكل السهل الفيضي للوادي في منطقة المعاينة الحقلية الصورة رقم (٢-٤).



الصورة رقم (٢-٢) المدرج الاعلى ١٣ م
المصدر: تصوير الباحثة من خلال الدراسة الميدانية



الصورة رقم (٢-٣) المدرج الاوسط ٢م
المصدر: تصوير الباحثة من خلال الدراسة الميدانية



الصورة رقم (٢-٤) المدرج الأدني ١م
المصدر: تصوير الباحثة من خلال الدراسة الميدانية

وفي دراسة للبارودي ٢٠٠٧ سجلت مدرج ٢٠م في وادي دوقة شمال وادي الأحسبة وقد أرجعه إلى البلايسوسين الاعلى، وللتغيرات المناخية دورٌمهم في نشأة المدرجات، التي بدورها تؤثر على كمية المياه في المجرى النهري، فيختلف حجم مايحمله النهر من رواسب بالنسبة لكمية المياه في مجراه تبعًا لزيادة سقوط الأمطار أو اختلاف درجة التساقط فوق منابع النهر العليا، فإذا تغير المناخ، وأصبح أكثر جفافًا بالنسبة لحوض نهر ما فإن كمية المياه في المجرى ستتدنى نسبتها بينما قد تزداد كمية مايحمله النهر من رواسب، ونتيجة للجفاف الطارئ تقل كثافة النباتات وتصبح التربة عرضة للتفكك الذي تقوم به عمليات التعرية، وقد تُنقل التربة بالتالي إلى مجرى النهر الرئيس روافده الجبلية النشيطة، أما إذا أصبح المناخ رطبًا، بحيث تزداد كمية المياه فيه، وتزداد نسبيًا كمية النهرمن رواسب، ففي كل من الحالتين قد تتكون بعض المدرجات النهرية نتيجة لتراكم

الرواسب مكونة مدرجات طارئة تبعًا لذبذبات واختلاف مستوى مياه المجرى النهري (ابو العينين،١٩٩٥ ،ص٤٢٤)

٢-٦-١-٥قنوات السيول:

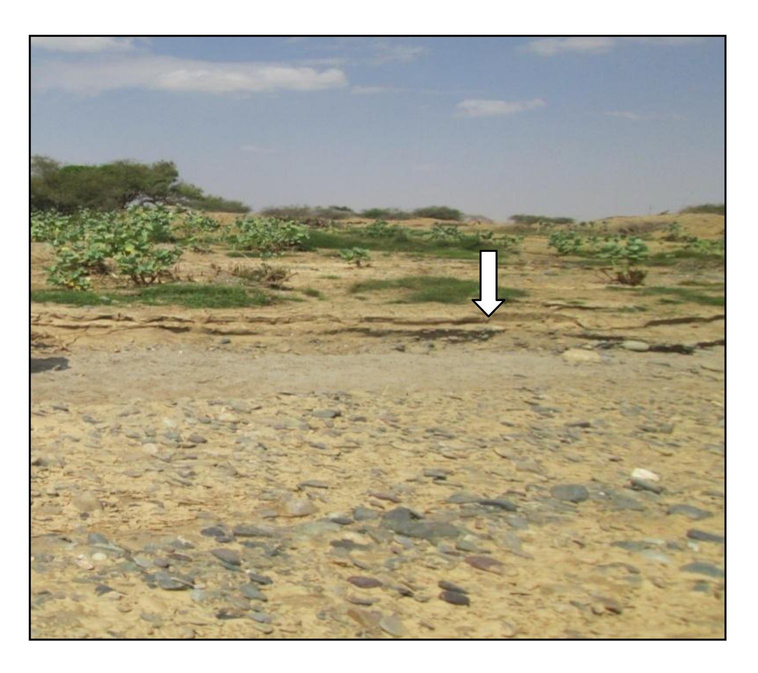
هي عبارة قنوات حفرتها السيول المفاجئة التي تنحت في رواسب قيعان الأودية، نحت رأسي وتظهر في الأجزاءالدنيا من مجاري الأودية، وتشير الصورة رقم (٢-٦) أن رواسبها غير منتظمة.كما يشيرارتفاع جوانب القنوات إلى كمية السيل التي حفرتها، الصورة رقم (٢-٥)، كما أن انحدارها شبه المستقيم يشير إلى حداثتها.

٢-٦-١-٦ الجزر النهرية River Islands:

تكون الجزر في مجرى الوادي، الصورة رقم (٢-٧) هو دلالة على أن الوادي دخل مرحلة الترسيب مع قلة سرعة وقلة عمق في مجراه، وهي ظاهرة مميزة لمعظم الأنهار التي تجري في السهول الفيضية، وهي غالبًا ماتتكون من رواسب جلبها النهر، وتتميز بأنها تتحرك نحو المصب مع حركة التيار، وهذه الجزر تغطيها المياه كليًا أو جزئيًا مع الفيضانات، أو السيول العالية (الدالي،٢٠١٢، ص١٤٢)، وتوجد العديد من الجزر النهرية والتي تظهر بوضوح على الصور الفضائية، وهي إما موسمية تغطيها مياه السيول، أو تزيلها، وتكون صغيرة الحجم، وتتراوح أقطارها مابين ١٠م إلى ٨٠ م، وإما دائمة، وتمتاز باتساعها وبقائها مدةطويلة، ويلاحظ وجود أراضي مزروعة فوقها، وتصل أقطارها إلى ٥٠٠ م، وهي أشكال إرسابية مختلفة تنشأ من تجمع المواد الرسوبية من حصى، ورمل، وغرين، وطين،على هيئة طبقات ابتداءً من قاع المجرى، وتنشأ لعدة أسباب تتمثل في الاختلاف في درجة الانحدار، والعوائق الطبيعية مثل النبات الطبيعي، وتوفر المواد الخشنة.

٢-٦-١-٧ **أسطح التعرية Erosion Surface:**

إذا لم يكن السطح سطحًا بنيويًا أصليًا أو بنائيًا، فإنه يكون سطح تعرية، ويطبق على السطوح ذات التضاريس الخفيفة، والتي هي النواتج النهائية لدورات تعرية كاملة أو غير كاملة. (ب.د. سباركس،ليلى عثمان،١٩٧٥، ص٤٨٢)، وتمثل أسطح التعرية في المنطقة مستوى السهل القديم في بداية نشأته، ويلاحظ تناثر أسطح التعرية على السهل أسفل السفوح الجبلية، ويتقطع سطحها بالمجاري المائية، فمنحدراتها تمثل مناطق تقسيم مياه في الاجزاء السفلى للأحواض المائية، وأغلبها يرتبط بمناطق تكوين بيض الثلاثي نظرًا لحداثة تكويناته نسبيًا والتي قاومت عمليات النحت بسبب ظروف الجفاف. ويتراوح ارتفاعها مابين (٢٩- ٣٣٢مترًا) فوق مستوى سطح البحر.



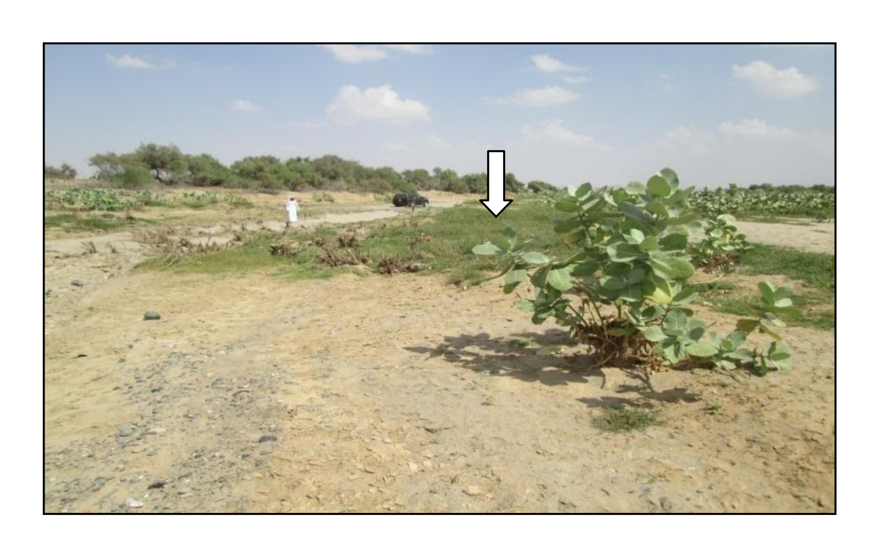
الصورة رقم (٢-٥) إحدى القنوات السيلية بقيعان المجاري الدنيا لوادي قنونة

المصدر: تصوير الباحثة من خلال الدراسة الميدانية



الصورة رقم (٢-٦) تظهر عدم الانتظام في رواسب القنوات السيلية

المصدر: تصوير الباحثة من خلال الدراسة الميدانية



الصورة رقم (٢-٧) جزيرة نهرية بمجرى وادي قنونة

المصدر: تصوير الباحثة من خلال الزيارة الميدانية

٢-٦-٢الأشكال الساحلية:

يمتد السهل الساحلي لمنطقة الدراسة من مصب وادي الأحسبة إلى مصب وادي رقم ٦ جنوبًا لمسافة تبلغ ٦٣ كم تقريبًا متعرجًا ومستقيمًا ٥٠ كم، وبلغت قيمة التعرج ١.٢٦ وهي قيمة تدل على تعرج خط الساحل، وساعد على ذلك تكون دلتاوات أمام مخارج الأودية الكبرى في المنطقة، يتخذ الساحل اتجاهًا عامًا من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي بزاوية٣٣٣°، وتتألف تكوينات الشاطئ في معظمها من رواسب الزمن الرابع، كما يُلاحظ وجود السبخات الساحلية كما تمتد الشعاب المرجانية أمام الساحل مماعمل على حماية خط الساحل.

يُصنف ساحل المنطقة وفق تصنيف شيرد ١٩٧٣م من السواحل التي ترجع نشأتها إلى فعل الإرساب القاري بمساعدة الإرسابات النهرية، والرواسب الفيضية(أبو العينين ،١٦٦٥، ص٥٧٧)، تحدد خطوط الانكسارات الطولية الموازية لخط الساحل الاتجاه العام لساحل المنطقة، ويظهر الساحل متعرجًا بسبب رواسب دلتاوات الأودية أكثر من كونها تعرجات تكتونية. وينتشر على الساحل مكونات رسوبية مفككة من الحصى والرمال والغرين التي جلبتها الأودية والرياح، وهي عبارةعن مفتتات الصخور النارية، والمتحولة البركانية، بالإضافة إلى الحجر الجيري المرجاني،وأهم الأشكال الساحلية مايلي:

٢-٦-٢-١الجروف البحرية Marine Cliffs:

تعد الجروف البحرية أوضح ظاهرات النحت البحري، كما يشير الباحثين إلى أن مصطلح جروف يطلق على الحافات الصخرية التي تشرف على البحر بانحدار يتراوح بين ٤٥°- ٦٠° (تراب، ١٩٩٦، ص٦٥)، ومن خلال الدراسة الميدانية وُجد أن تلك الجروف تشير إلى مستوى سطح البحر في فترة سابقة، خصوصًا أنها تظهر في المناطق التي تتميز بهدوءالأمواج والتي من الاستحالة أن تشكل مثل تلك الجروف، وتظهر الجروف أمام ساحل الخليج جنوب دلتا وادي قنونة فقط، بارتفاع يصل إلى ٧م، أمامه شاطئ لايتعدى عرضة١٠م، الصورة رقم (٢-٨)، والجرف

بعيد عن تأثير حركة الأمواج، ويرجح أن تكون إرسابات الأودية خلال الفترات المطيرة من الزمن الرابع قد قامت بطمر الجروف البحرية في المنطقة.

٢-٦-٢-٢السبخات Salt Flats:

السبخات عبارة عن مسطحات شبة مستوية، مغطاة بقشرة ملحية، تنتشر بكثرة في المناطق الساحلية والداخلية بالعروض الحارة، وسبخات منطقة الدراسة تشكل نطاقًا مستمرًا متلاصقًا لساحل البحر الأحمر،وهي سباخ ساحلية ترتبط بمسطحات مدية ترجع نشأتها إلى اتساع السهول الساحلية، وغمرها بمياه المد (البارودي،٢٠٠٣، ص٤٣)، وتبلغ مساحة المنطقة التي تغطيها السبخات ٩٩كم٢ ، وتعتبر السبخة الواقعة جنوب دلتا وادي قنونة هي الأكبرمساحة يزيد عرضها عن ٣كم، وتظهر مناطق باللون الابيض على السبخة وهي تشير على ترسب الأملاح فوقها الصورة رقم (٢-٩)، كما تظهر مناطق بلون داكن ممايدل على رطوبتها، كما تنتشرعليها بعض النباتات وأشجار النخيل، وتحتل السبخات (٣٣.٣٤%) من مساحة دلتا وادي الأحسبة، وحوالي (٢٤.٣١%) من مساحة دلتا وادي قنونة، وتمتد على مساحة كبيرة بالنسبة لدلتا وادي الأحسبة، وتتميز تربة المناطق السبخية بضعف قوتها عند ملامستها للماء، أيًاكان مصدره سواء بسبب هطول أمطار، أم بسبب المد والجزر، أو امتصاص السبخة للرطوبة العالية الموجودة في الجو، فالسبخة تكتسب قوة تماسكها من المواد الكميائية اللاحمة مثل أملاح الكبريتات، والكلوريدات، والكربونات التي يذيبها الماء (المهيدب، ٢٠٠٢، ص٧٢)، فيؤدي ذوبانها بفعل مياه البحرإلى قدرة تلك المياه أثناء المد على حفر قنوات المد وتفكيك التربة وجرفها.

٢-٦-٢-٣ القنوات المدية Tidal Creeks:

هي من الملامح الجيمورفولوجية المرتبطة بمسطحات المد، وتظهر في شكل شبكة تتحرك خلالها المياه المدية، تحد كل قناة منها جوانب تشبة الجسور الطبيعية، (محسوب،١٩٩٧،ص٣٧١)، وتقوم مياه المد العالي بتعميق تلك القنوات أثناء تراجع المياه إلى منطقة الجزر، وتنتشر تلك القنوات على طول ساحل المنطقة، وتظهر ظهورًا أكبر على دلتا وادي الأحسبة، الشكل رقم (٢-١٦)، أطولها بعمق ٠.٦٠كم داخل اليابس، ومتوسط اتساعها ٠.٢٧كم.



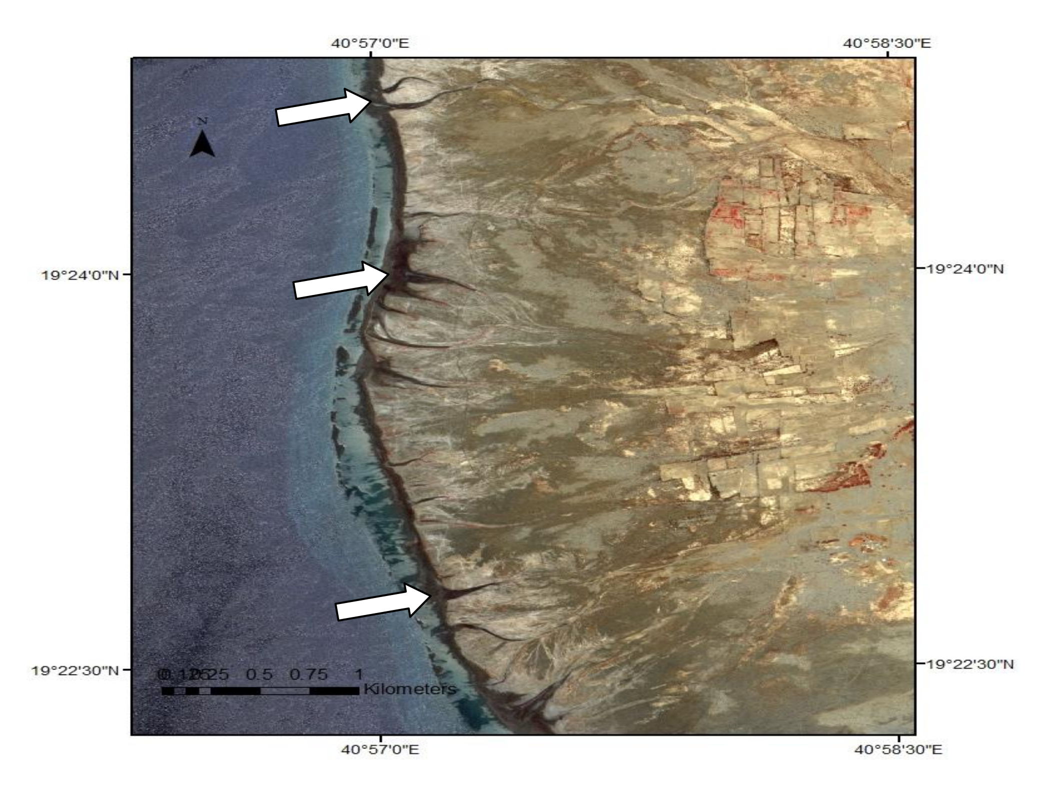
الصورة رقم (٢-٨) الجروف البحرية في المنطقة جنوب دلتا وادي قنونة ويظهر أمامها الشاطئ

المصدر: تصوير الباحثة من خلال الدراسة الميدانية



صورة رقم (٢-٩) قشرة ملحية فوق السبخة

المصدر: تصوير الباحثة من خلال الدراسة الميدانية

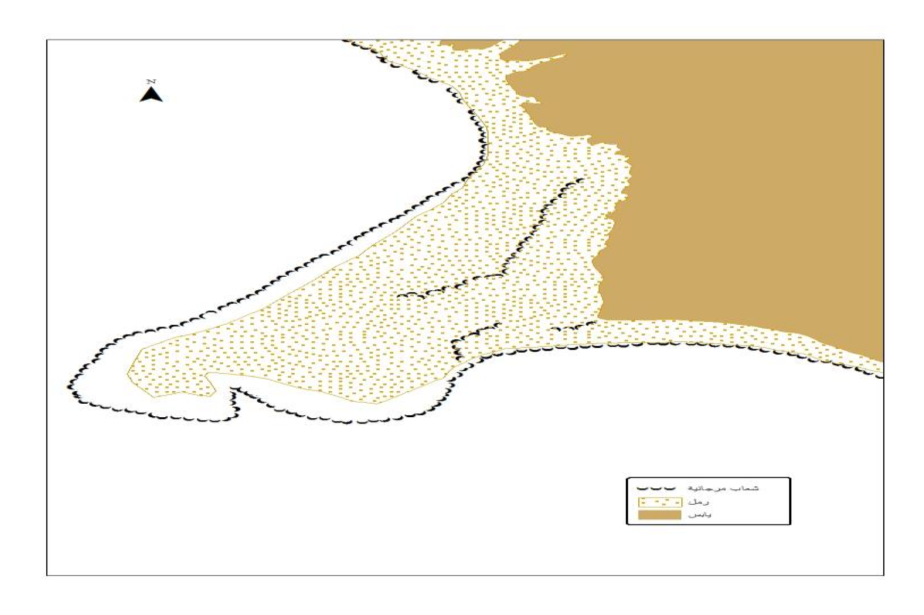


الشكل رقم (٢-١٦) القنوات المدية على ساحل دلتا وادي الأحسبة

المصدر: صور القمر الصناعي spot 5

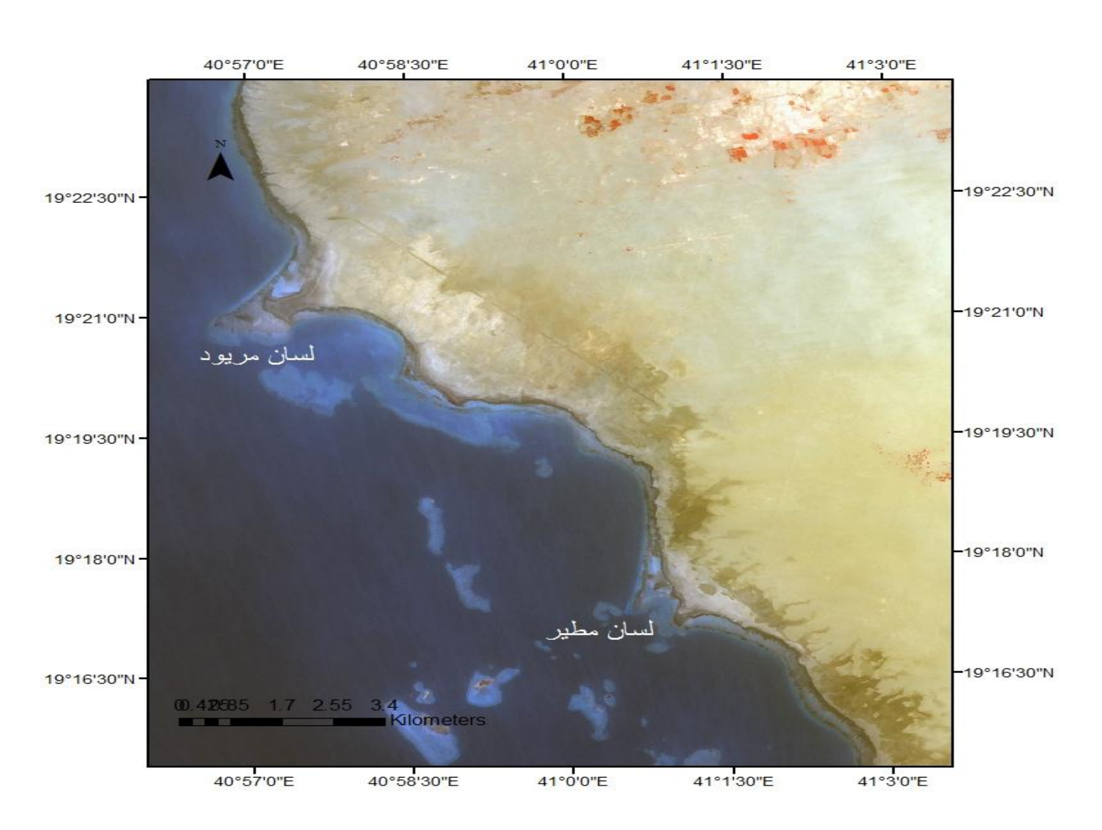
٢-٦-٢-٤ الألسنة Spits:

هي عبارةعن تجمعات إرسابية طولية الشكل تتكون من الرمال والحصى، وتتصل باليابس من أحد طرفيها، ويمتد الطرف الآخر في البحر، وخاصةعند المخارج النهرية، والمصبات الخليجية وفتحات البحيرات، وكثيرًا ما تتعرض أطراف الألسنة الخارجية للانثناء في اتجاه اليابس بما يشبه الخطاف Hook بسبب انحراف الأمواج حول أطرافها، أو بتأثير تعدد اتجاهات الأمواج بالمنطقة.(تراب، ١٩٩٦،ص٩٠)، ويوجد بالمنطقة ألسنة رملية هي : اللسان الممتد أمام دلتا وادي الأحسبة(لسان مريود)، واللسان الممتد أما مصب وادي لومة الساحلي(لسان مطير)، وتكونت هذه الألسنة فوق شعاب مرجانية من إرسابات تقذفها الأودية، وترسبها الرياح بالإضافة إلى ما ترسبه التيارات البحرية من مفتتات، وتظهر الخرائط الطبوغرافية لعام ١٩٧٩م لسان دلتا وادي الأحسبة بشكل شعاب مرجانية فوقها إرسابات رملية، وطينية، الشكل رقم (٢-١٧)، ولسان دلتا وادي الأحسبة يبلغ طوله ٢.٢٢كم، ويأخذ شكل مثلث عرضه١.١٥كم ويصل ارتفاعه عند قاعدته ٢م وينخفض عند مقدمته في البحر إلى أقل من المتر، ولسان وادي لومة يمتد أمام مصب الوادي بطول٠.٤٣كم وتميل قمته ناحية الجنوب وعرضه عند قاعدته ٠.٣٩كم ولايتجاوز ارتفاعه المتر عن مستوى سطح البحر. وقد يفسر الاتجاه المستقيم للألسنة بوجود الجزر المرجانية أمام خط الساحل، والتي خففت من تأثير التيارات والأمواج وسمحت للانسياب الطبيعي لرواسب الأودية باتجاه البحر،الشكل رقم (٢-١٨).



الشكل رقم (٢-١٧) لسان دلتا وادي الأحسبة في عام ١٩٧٩م(لسان مريود)

المصدر: عمل الباحثة اعتمادًا على الخريطة الطبوغرافية ١:٥٠٠٠٠ لعام ١٩٧٩م

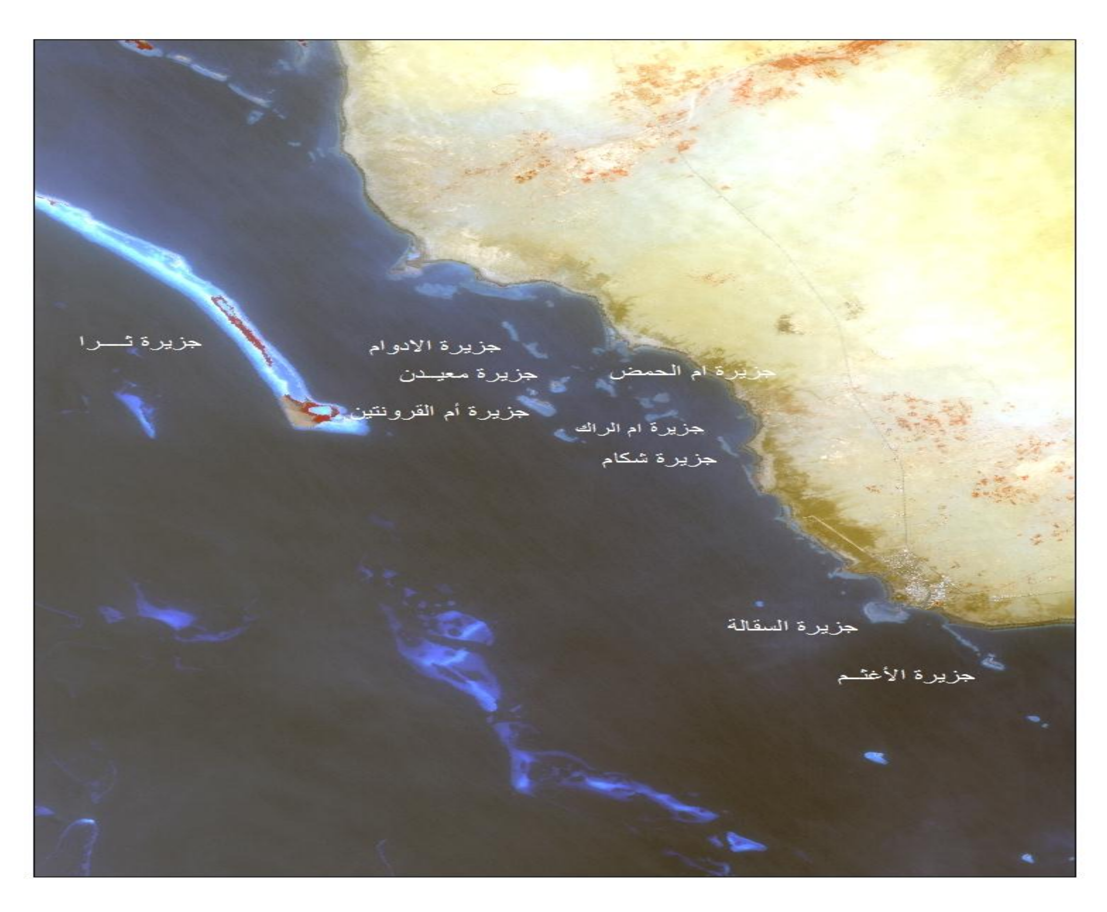


شكل رقم (٢-١٨)الألسنة في منطقة الدراسة

المصدر: الصور الفضائية للقمر الصناعي spot5 لعام ٢٠١٠

٢-٦-٢-٥ الجزر Islands:

تنتشرأمام خط الساحل مجموعة من الجزر، تتكون من شعاب مرجانية، أكبرها جزيرة ثرا، التي تمتد أمام دلتا وادي الأحسبة، إجمالي طولها(٣٧.٩كم)، واتساعها حوالي(٣.١كم)، أما الجزء الداخل منها في حدود منطقة الدراسة يبلغ طوله(١٩كم)، واتساعه حوالي (١.٨كم) مشكِّلةحاجزًا يحجز خلفه بحيرة ساحلية، تنتشر عليها مجموعة من الجزر المنخفضة الطينية، كما تنتشر الجزر المنخفضة على طول ساحل المنطقة بعضها بدون أسماء. وهي من نوع الشعاب الحاجزية النموذجية، وتتميزعادة بوجود إطار خارجي تتكسر عليه الأمواج، وخندق مائي ضحل moat وقمة طحلية algal crest. كما تتميز بوجود تشرشرات serrationsعلى حافاتها الخارجية، وهي عبارة عن أخاديد، وبروزات مصطفة بزاوية مستقيمة مع تلكالحافات، وغالبًا ماتواجه الحافات المرجانية المعرضة لعمل موجي قوي (البارودي،١٩٩٧،ص٣١)، وتنتشر فوقها أشجار المانجروف، أما الجزر الطينية المنخفضة فهي تتكون من تكسر الأمواج على عتبات الشعاب المرجانية، وهي مغطاة بالرمال، والطين، والحصى، والرمال المشتقة من المرجان وأحيانًا من الطين الريحي، وأهم هذه الجزر جزيرة الادوام ، ومعيدن ،وأم القرونتين، وأم الحمض، وشكام، والسقالة، وجزيرة الأغثم،الشكل رقم (٢-١٩).



الشكلرقم (٢-١٩) الجزر أمام ساحل المنطقة

المصدر: صور فضائية للقمر الصناعي spot5

٢-٦-٣ الأشكال الريحية (الكثبان الرملية) Sand Dunes:

إن الإرسابات الريحية هي أهم مايميز جيمورفولوجية السهل الساحلي، وتغطي مساحات واسعة من أحواض السهل الساحلي وأيضا تتقدم تلك الإرسابات، وتنتشرعلى أسطح الدلتاوات، وهويعكس ظروف المنطقة الملائمة للنشاط الريحي مثل: اتساع السهل الساحلي فعرضه يتراوح من ٣٠ – ٤٠كم بالإضافة إلى سطح مستو قليل التضرس، وظروف الجفاف في المنطقة والتي جعلتها بعيدةعن تأثير الرياح، أيضًا ندرة الغطاء النباتي، وتبعًا لذلك تتعرض أجزاء التربة للتفكك، والتعرية، ويوجد بالمنطقة اشكال من الكثبان الرملية أهمها:

٢-٦-٣-١ النباك الرملية: وهي عبارة عن تجمعات رملية ويلعب النبات العامل الرئيسي في تكوين النباك، الصورةرقم (٢-١٠)، وهو العائق الذي يتصيد الرمال، وتنتشر النباك على بعض أجزاء السهل الساحلي في بطون الأودية، وعلى أجزاء من السبحات الساحلية، وفوق أسطح الدلتاوات، ويصل ارتفاع النباك إلى ١،٥٠ متر بالقرب من دلتا وادي قنونة، ولوحظ أن كثافة النباك تزيد بالقرب من الدلتاوات لوجود المياه، كما لوحظ انتشارها على طول الطريق الساحلي.

٢-٦-٣-٢ الفرشات الرملية: هي عبارة عن أسطح مغطاة بطبقة من الرمال، وتتميز بسطحها المستوي أو المتموج تموجًا هينًا، ويظهر على أغلبها التموجات الرملية، وتوجد في الأجزاء الدنيا من الأحواض، فوق معظم السهل الساحلي.

٢-٦-٣-٣ الكثبان المستعرضة: تتكون الكثبان العرضية في اتجاه عامودي على اتجاه الرياح التي أدت إلى تراكمها، وبالتالي تظهر تلك الإرسابات الرملية على شكل حواجز رملية عرضية (أبوالعينين، ١٩٩٥،ص٦٠٣). وانتشار الكثبان العرضية بجانب مواقع البرخانات دلالة على أنها ناتجة من اتحاد مجموعة من الكثبان الهلالية (البرخان)،الصورةرقم (٢-١١).

٢-٦-٣-٤ الكثبان الهلالية البرخان: تظهر الكثبان الهلالية عادة لهبوب رياح من اتجاه واحد ، فوق رصيف صحراوي صلب متماسك مع توفر كميات كبيرة من الرمال السائبة، وعند وصول الكثيب الهلالي إلى مرحلة النضج يظهر جانبه المواجه للرياح، هين الانحدار متخذًا الشكل المحدب، بينما يشتد الانحدار في الجانب المقعر (باتجاه منصرف الرياح) الذي ينحصر بين قرنين يشيران إلى الاتجاه الذي تهب نحوه الرياح(محسوب ، ١٩٦٥، ص٣٠٦)، وتظهر الصور الفضائية انتشار حقول البرخانات في الأجزاءالدنيا من الوادي رقم ١، ووادي لومة، والوادي رقم ٣، ووادي قنونة وهي تتوزع على جانب الكثبان العرضية في المنطقة.

٢-٦-٣-٥ الكثبان الطولية: تتكون الكثبان الطولية نتيجة هبوب رياح دائمة من اتجاه ثابت، وتأتي رياح جانبية قوية متعامدة عليها فينتج عن ذلك تكون سلسلة من الكثبان الطولية متخذة شكل حافات مسننة تمتد في موازاة الرياح السائدة (محسوب،١٩٦٥،ص٣٠٦)، وقد لاحظت الباحثة انتشار ذلك النوع من الكثبان في حوض الوادي رقم ٣، ووادي لومة حيث أقصى اتساع للسهل في المنطقة وشمال دلتا، ووادي قنونة، بمتوسط طول (٢.٢ كم).



الصورة رقم (٢-١٠) النباك الرملية

المصدر: تصوير الباحثة خلال الزيارة الميدانية



الصورة رقم (٢-١١) كثبان عرضية في الجزء الأدنى من الوادي رقم ٣
المصدر: تصوير الباحثة من خلال الدراسة الميدانية

٢-٧ الخصائص المورفومترية بأحواض المنطقة:

تشكل الأودية مع أحواض التصريف الملامح الطبيعية العامة لمعالم المنطقة، ولايقتصر دورها على الجوانب الطبيعية فقط، بل يمتد إلى الجوانب البشرية؛ حيث تستغل في الزراعة، واستخراج المياه الجوفية، والرعي لنمو العشب في قيعانها وغيره، وتمثل دراسة الأحواض المائية جانباً كبيراً من اهتمام الجيمورفولوجيين، لما لهذه الأحواض من دلالات بيئية كثيرة، فالخصائص المورفومترية للأحواض المائية عامة ترتبط ارتباط مباشرًا بالعوامل الطبيعية، خاصة البنية الجيولوجية، والمناخ، والغطاء النباتي، وأيَّ تغيرات تطرأ عليها، كما تلقى دراسة تلك الخصائص الضوء على هيدرولوجية المجاري المائية، وإنتاجها الرسوبي، ودورها في تطوير الأشكال الإرسابية والحتية المختلفة، يضاف إلى ذلك أن هذه الدراسة تمثل قاعدة ضرورية لاهتمامات علمية اخرى، مثل التي تتعلق بالمصادر المائية، والتربة.

٢-٧-١ الخصائص المساحية:

٢-٧-١-١ مساحة الأحواضBasins Area:

تُعَدُّ مساحة الأحواض من أهم الخواص المستخدمة كثيرًا في النماذج الهيدرولوجية، وتستخدم في حساب كثير من المقاييس المهمة مثل: كثافة التصريف، ومنحنى التكامل الهيبومستري للمساحة، وغير ذلك (الحواس،١٤٢٨هـ،ص٢٩)، وتتطور المساحة الحوضية مباشرة بعد تشكيل مجرى مائي ويرتبط ذلك بحدوث زيادة ملحوظة في كل من عمق المياه السطحية، وكميتها، وانحدارها، وسرعة جريانها، الأمرالذي يؤهلها إلى ممارسة حفر رأسي تراجعي باتجاه مناطق تقسيم المياه، يؤدي إلى زيادة مضطردة في مساحة التغذية المائية للمجرى، ويتم على حساب مناطق تقسيم المياه التي تخضع تدريجيًا للنشاط الحتي التراجعي (سلامه ،١٤٢٥هـ،ص١٧١).

وتبلغ جملة مساحة أحواض التصريف ٥٥٦٢.٥٤ كم بالمنطقة بمتوسط ٦١٨.٠٥كم ويعد وادي قنونةأكبرها مساحة (٢٤٢٣.٥كم)، وأصغرها هو الوادي رقم ٤ (٣٧.٠٤كم)، وبالرغم من أن وادي قنونة أكبر الأحواض مساحة إلا أنه يعتبر صغير نسبيًا إذا ماقورن بمساحة حوض وادي حلي الذي تبلغ مساحتة (٥٠٠٠ كم) (الشريف،١٩٨٣،ص٢٥٦)، ويمكن تقسيم أحواض المنطقة إلى فئتين،الشكل رقم (٢-٢٠):

<u>أحواض كبيرة المساحة (أكثر من ١٢%):</u>

وتتمثل في حوضي وادي قنونة (٢٤٢٣.٥ كم)، وحوض وادي الأحسبة وتبلغ مساحته(١٢٩٧.٨ كم) من مساحة المنطقة، وتنبع أودية هذه الأحواض من حافة خط الشعاف (خط الانكسار الرئيس لحوض البحر الأحمر)، وتمثل ٦٦.٨٩% من مساحة الأحواض.

<u>أحواض متوسطة إلى صغيرة المساحة (أقل من ١٢ %):</u>

وتتمثل في حوضي وادي لومة، وحوض الوادي رقم ٣، وينبع هذان الحوضان من سلاسل الجبال الأقل ارتفاعًا ويندرج تحتهما أيضًا الأحواض رقم ١،و٢، و ٤، و ٥، و ٦، وتنبع هذه الأودية من

تلال السهل الساحلي. أكبرها مساحة حوض وادي لومة (٦٧٢.٨٢ كم)،وأصغرها هو الحوض رقم ٤ (٣٧.٠٤كم)، وتشغل مساحة تقدر ٣٣.١٠% من مساحة الأحواض.

٢-٧-١-٢ أطوال الأحواضBasins length:

يقصد بطول الحوض هو طول مسافة الخط المستقيم الذي يرسم بين أبعد نقطة على محيط الحوض والمصب. ويبين هذا المقياس الخصائص التضاريسية للأحواض النهرية؛ لأنه يؤثرعلى سرعة الجريان، والتسرب، والتبخر، والنتح، وكثير من الخصائص المورفومترية التي تعتمد في حسابها على هذا المقياس (الحربي، ١٩٩٩، ص٩٣).

وقد تم قياس طول الأحواض إبتداءً من نقطة المصب إلى أبعد نقطة على محيط الحوض عند ارتفاع في كل حوض وتبعًا لهذه الطريقة يبلغ متوسط أطوال الأحواض بالمنطقة ٤٥.٣٥ كم. وأطول الأحواض هو حوض وادي قنونة (١١٣.٥٧ كم)، وأقصرها هو الحوض رقم ٤ (١٢.٨٤كم).

وقد تم تصنيف الأحواض إلى فئات وفق طولها، الشكل رقم (٢-٢١):

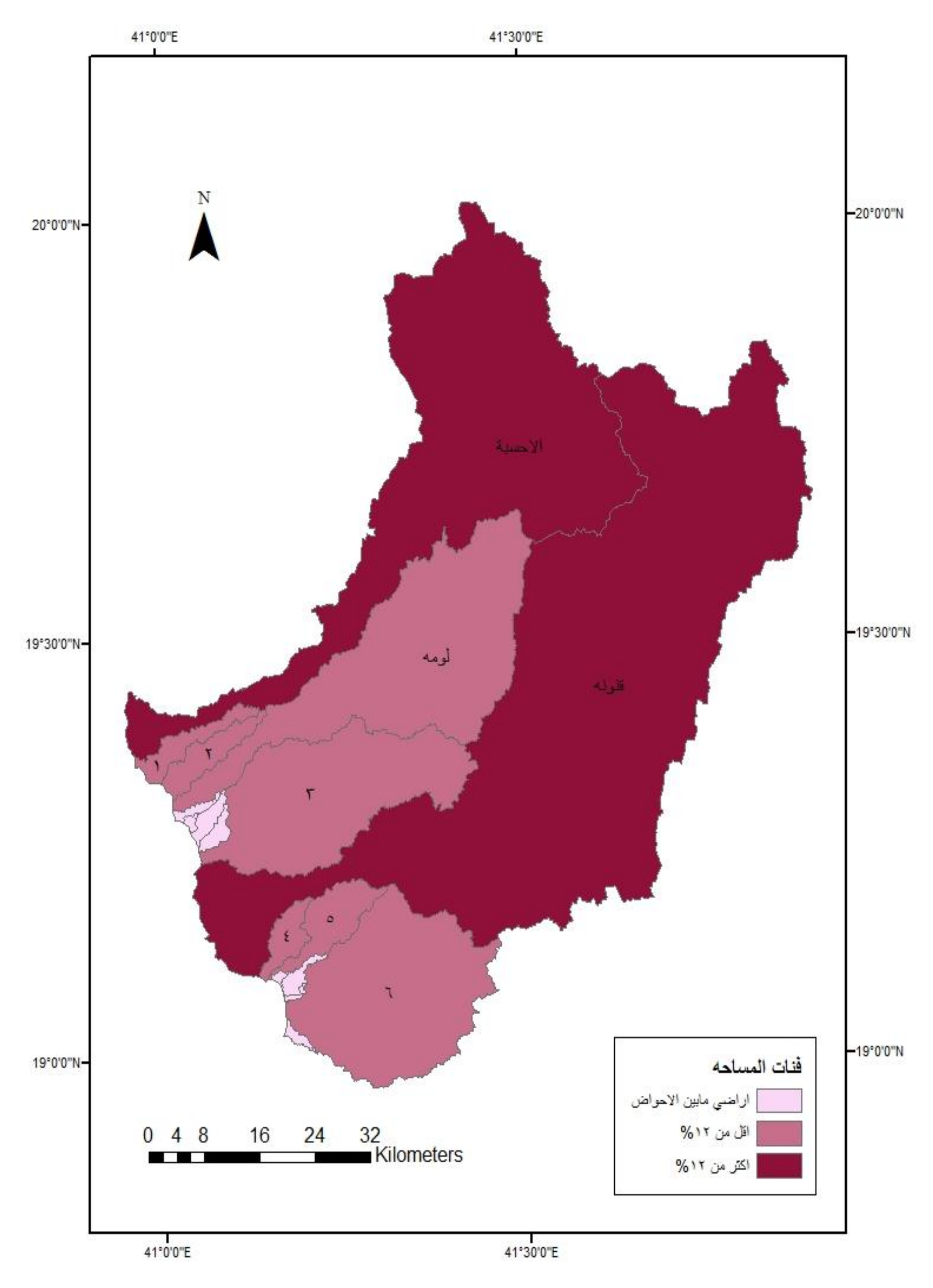
<u>أحواض أطوالها أكبرمن ٨٠ كم:</u>

وتضم حوض وادي قنونة (١١٣.٥٧ كم)، وحوض وادي الأحسبة (٨٤.٦٠ كم)، فكما ذُكرسابقًا تنبع من أعالي جبال السروات في الشرق على مسافة بعيدة من مصباتها على ساحل البحر الأحمر. وتمثل ٤٨.٥٤% من مجموع أطوال الأحواض، وهي أحواض ذات مساحات كبيرة.

<u>أحواض تتراوح أطوالها بين ٨٠ إلى أقل من ٤٠ كم:</u>

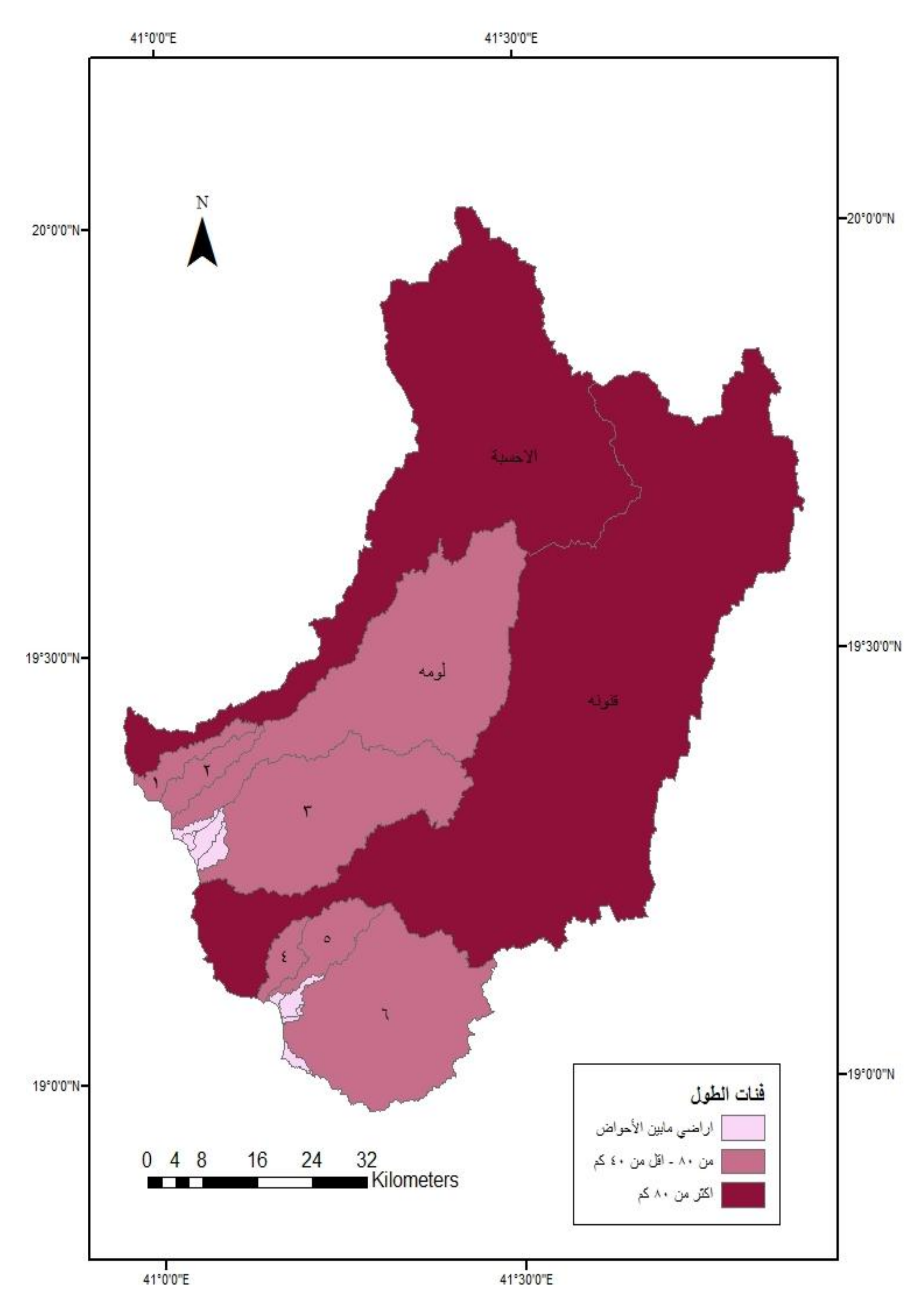
وتتمثل في حوض وادي لومة، والوادي رقم ١،و٢، و٣، و٤،و٥،و٦، وهي أحواض تنبع من مقربة من مصباتها على ساحل البحر الأحمر، حيث أن أطولها هوحوض وادي لومة (٦٣.٧٦كم)، وأقصرها هو الحوض رقم ٤ (١٢.٨٤كم)،وهي تبلغ ٥١.٤٦ % من المجموع الكلي لأطوال الأحواض. وهي أحواض مساحتها من متوسطة إلى صغيرة.

الشكل رقم (٢-٢٠) الأحواض وفق فئات المساحة



الشكل رقم (٢-٢٠) الأحواض وفق فئات المساحة

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على dem



الشكل رقم (٢-٢١) الأحواض وفق فئات الطول

المصدر:إعداد الباحثة

٢-٧-١-٣عرض الأحواضBasin Widths:

يوجد أيضًا عدد من الطرق لقياس متوسط عرض الحوض، وقد استخدمت الطريقة التي يتم فيها قسمة مساحة الحوض على طوله، ويؤثر ذلك المقياس على كمية التلقي من التساقط، والجريان، والتسرب، وكذلك التبخر، والنتح. وكلما زاد عرض الحوض زاد مايتلقاه من التساقط، وبالتالي زاد الجريان السطحي (محسوب،١٩٩٧م،ص ٢٥٩)، ويبلغ المتوسط العام لعرض الأحواض (٩.٤٤كم)، ويعد وادي قنونة هو أكثرها عرضًا (٢١.٣٣ كم)، وأقلها عرضًا هو الحوض رقم ١ (٢.٢٦ كم).

وقد تم تصنيف الأحواض إلى فئات وفق عرضها، الشكل رقم (٢-٢٢) وهي كما يلي:

<u>أحواض يتراوح عرضها أكثرمن ١٥ كم:</u>

وتضم وادي قنونةالذي يصل عرضه إلى (٢١.٣٣ كم) من مساحة المنطقة، ووادي الأحسبة (١٥.٣٣ كم).وحوض الوادي رقم ٦ (١٥.٠٩ كم)، ويرتبط واديا قنونة، والأحسبة بفئة الأحواض كبيرة المساحة، والأكثر طولاً، وحوض الوادي رقم ٦ متوسط المساحة.

<u>أحواض يتراوح عرضها أقل من ١٥كم:</u>

ويضم حوض وادي لومة، والأحواض رقم١،و ٢، و ٣، و ٤، و ٥، وأكثرها عرضًا هو حوض وادي لومة (١٠.٥٥كم)، وأقلها عرضًا الحوض رقم ١ (٢.٢٦كم)،وتنتمي أحواض تلك الفئة إلى الأحواض صغيرة المساحة، ومتوسطة المساحة، والأقصر طولاً والتي تكون مصباتها قريبة من منابعها.

٢-٧-١-٤ محيط الأحواضBasin Perimeter:

محيط الحوض هو عبارة عن طول خط تقسيم المياه، ويشكل المحيط أحد المعاملات المستقلة الهامة التي تستخدم في حساب عدد المعاملات الأخرى كأشكال الأحواض وتضاريسها.

ويبلغ متوسط أحواض محيط المنطقة (١٥٣.٨٨كم)، ويعد وادي قنونة أطولها محيطًا (٤٠٩.٦٣ كم)، والوادي رقم ٤ هو أقصرها محيطاً (٣٦.٤٦كم).

ويمكن تقسيم المنطقة تبعًا للمحيط إلى فئات، الشكل رقم (٢-٢٣)،وهي كما يلي:

<u>أحواض محيطها أكثرمن ٣٠٠ كم:</u>

وتضم حوض وادي قنونة (٤٠٩.٦٣ كم)، وحوض وادي الأحسبة (٣٢٤.٧٦ كم)، وتمثل ٥٣% مجموع أطوال محيطات الأحواض.

أحواض محيطها أقل من ٣٠٠كم:

وتضم حوض وادي لومة (الأحواض رقم ١ و٢ و٣ و٤ و٥ و٦ وأطولها محيط حوض وادي لومة (١٩٢.٢ كم)، وأقصرها الحوض رقم ٤(٣٦.٤٦ كم). وتمثل ٥٧% من مجموع أطوال محيطات الأحواض.

تجدر الإشارة إلى أن العلاقة التي تربط بين مساحة الأحواض، وأبعادها هي علاقة طردية بلغت (٠.٩) بين المساحة، وكلٌ من المحيط الطول في حين بلغت (٠.٨) بين المساحة والعرض، وأن هناك ارتباطًا قويًا بين انخفاض الأبعاد السابقة، وموقع منابع الأودية فيُلاحظ من الجدول رقم (٢-١١) أن الأودية التي تنبع من تلال السهل الساحلي هي أصغرها أبعاداً في حين وجد أن الأودية التي تنبع من خارج السهل الساحلي (من خط الشعاف)، هي أكبرها أبعادًا، والحالة وسط في الأودية التي تنبع من السلاسل الأقل ارتفاعًا.

الأحواض	المساحة كم	نسبتها %	الطول كم	العرض كم	المحيط كم
١	٤٤.١٨	٠.٧٩	١٩.٥٣	٢.٢٦	٥٨.٠٧
٢	٥٣.٠٩	٠.٩٥	١٧.٩٤	٢.٩٥	٤٩.٤١
٣	٤٦٣.٨٣	٨.٣٣	٤٢.٠٦	١١.٠٢	١٣٥.٤٦
٤	٣٧.٠٤	٠.٦٦	١٢.٨٤	٢.٨٨	٣٦.٤٦
٥	٧٥.٧٨	١.٣٦	٢١.٠٨	٣.٥٩	٥٨.٨٦
٦	٤٩٤.٧٣	٨.٨٩	٣٢.٧٧	١٥.٠٩	١٢٠.٢٤
لومة	٦٧٢.٨٢	١٢.٠٩	٦٣.٧٦	١٠.٥٥	١٩٢.٢٤
قنونة	٢٤٢٣.٥٧	٤٣.٥٧	١١٣.٥٧	٢١.٣٣	٤٠٩.٣٦
الأحسبة	١٢٩٧.٣٨	٢٣.٣٢	٨٤.٦٠	١٥.٣٣	٣٢٤.٧٦
المجموع	*٥٥٦٢.٤٥	%١٠٠	٤٠٨.٢٠	٨٥.٠٤	١٣٨٤.٩٣

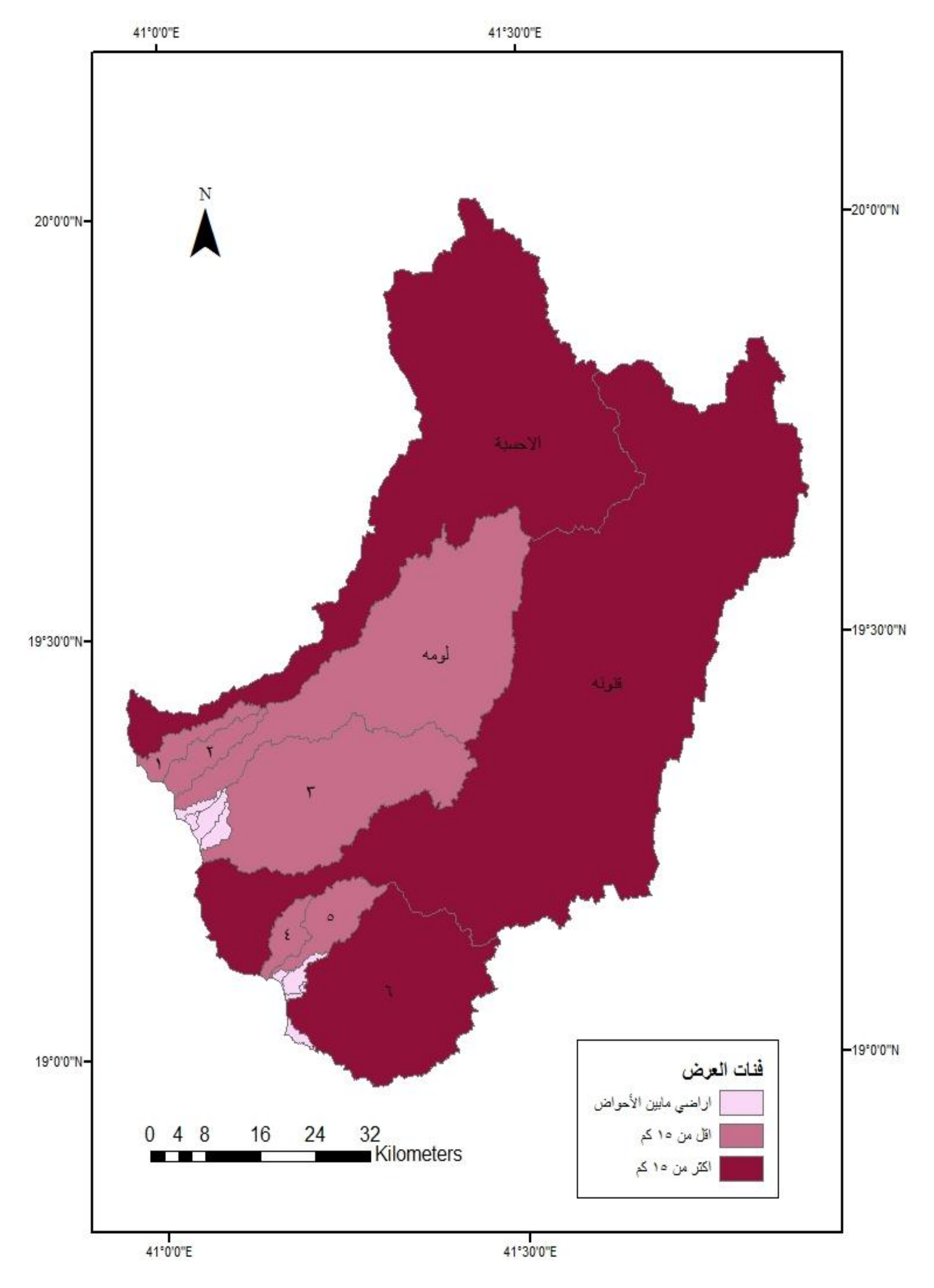
*مساحة الاراضي ما بين الأحواض غير محسوبة

الجدول رقم (٢-١١) الخصائص المساحية لأحواض المنطقة

المصدر: إعداد الباحثة

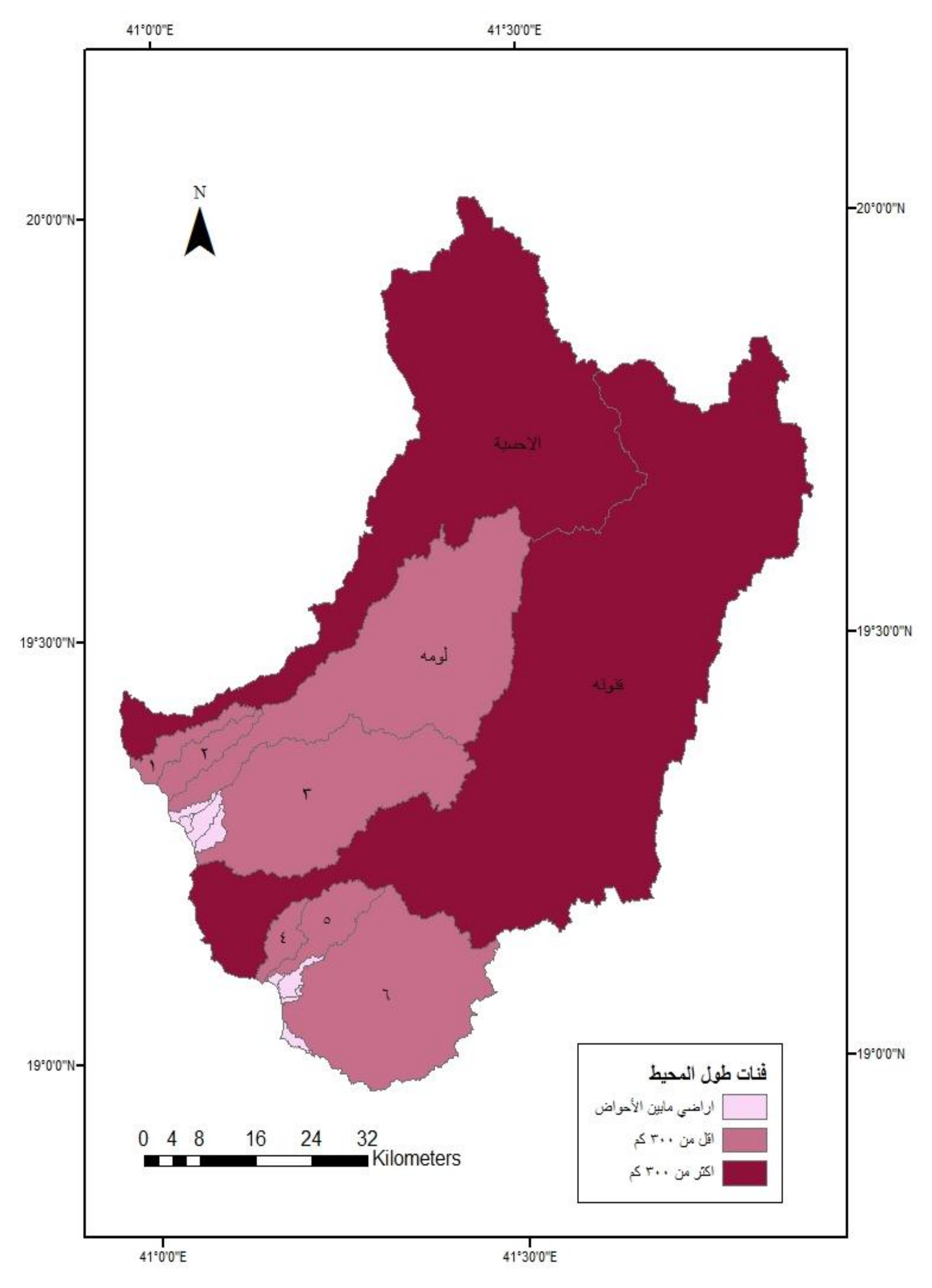
الشكل رقم (٢-٢٢) الأحواض وفق فئات العرض

المصدر: إعداد الباحثة



الشكل رقم (٢-٢٢) الأحواض وفق فئات العرض

المصدر: إعداد الباحثة



الشكل رقم (٢-٢٣) الأحواض وفق فئات طول المحيط

المصدر: إعداد الباحثة

٢-٧-٢ الخصائص الشكلية:

تعين دراسة الخصائص الشكلية للأحواض على فهم تطورها الجيمورفولوجي، وتقارن أشكال الأحواض المائية عادة بأشكال هندسية مابين المستدير، والمستطيل، والمثلث.

٢-٧-٢-١ نسبة الاستطالة Elongation Ratio:

وتعبر هذه النسبة عن مدى امتداد الحوض مقارنة مع شكل المستطيل، وتكون النسبة بين ٠-١ ويكون الشكل قريبًا من المستطيل، إذا اقترب من الصفر. وبلغ متوسط استطالة الأحواض (٠.٥١) مما يعني أن معظمها تميل للاستطالة نوعًا ما، والسبب يعود إلى طبيعة المنطقة الصدعية حيث تكثر في منطقة الدراسة الصدوع، والانكسارات، والتضرس، وبالتالي فإن عددمن المجاري تتخذ من الصدوع مجاري لها، وتقوم بحفر مجاريها، وزيادة أطوالها عن طريق الحت التراجعي، ولاتمارس الحت الجانبي الذي ينتهي بزيادة عرض الحوض، وأكثرالأحواض استطالةً الحوض رقم ١ (٠.٣٨٣)، وأقلها الحوض رقم ٦ (٠.٧٦). وقد تم تصنيف الأحواض بالنسبة إلى استطالة أحواضها إلى فئات، الشكل رقم (٢-٢٤) وهي:

<u>نسبة استطالة أكثر من ٠.٥٠</u>

وتضم ثلاثة أحواض هي الأقل استطالة، وهي حوض الوادي رقم ٦ (٠.٧٦)، وحوض الوادي رقم٣ الذي بلغت استطالته (٠.٥٧)، والوادي رقم ٤ (٠.٥٣)، وهي تشكل ٣٣٠٣% من مجموع أعداد الأحواض، ومساحة تقدر ١٧.٨٩% من إجمالي مساحة الأحواض، وتنتمي أحواض تلك الفئة إلى فئة الأحواض الأقل طولاً.

<u>نسبة استطالة أقل من ٠.٥٠</u>

وهي الأكثر استطالة، وتضم حوض وادي قنونة، وحوض الأحسبة،وحوض لومة، والوادي رقم ١، و٢، و٥، وبلغت استطالة الأحواض الكبيرة قنونة والأحسبة (٠.٤٨) في حين نجد أن أكثرأحواض هذه الفئة استطالة هو حوض الوادي رقم ١ (٠.٣٨).

٢-٧-٢-٢ نسبة الاستدارةCirculation Ratio :

توضح النسبة مدى قرب شكل حوض التصريف من الشكل الدائري، فكلما كان الحوض أقرب إلى الاستدارة اقترب من الواحد الصحيح والعكس، ويبلغ متوسط نسبة الاستدارة بأحواض المنطقة (٠.٢٦) الأمرالذي يشير إلى أن معظم أحواض المنطقة تبتعد عن الشكل المستدير، ويعد أكثرها استدارة حوض الوادي رقم ٦ (٠.٤٢)، وأقلها استدارة حوض وادي الأحسبة (٠.١٥)، ويمكن تصنيف أحواض المنطقة تبعًا لنسبة الاستدارة إلى فئات، الشكل رقم (٢-٢٥)،وهي:

<u>نسبة استدارة أكثر من ٠.٣٠:</u>

وتضم الأحواض الأكثراستدارة من بين الأحواض رقم ٦ (٠.٤٢)، والحوض رقم ٣ (٠.٣٥)، والحوض رقم ٤ وبلغت نسبة الاستطالة (٠.٣١)، وترتبط تلك الفئة بفئة الأحواض الأقل استطالة.

نسبة استدارة أقل من ٠.٣٠:

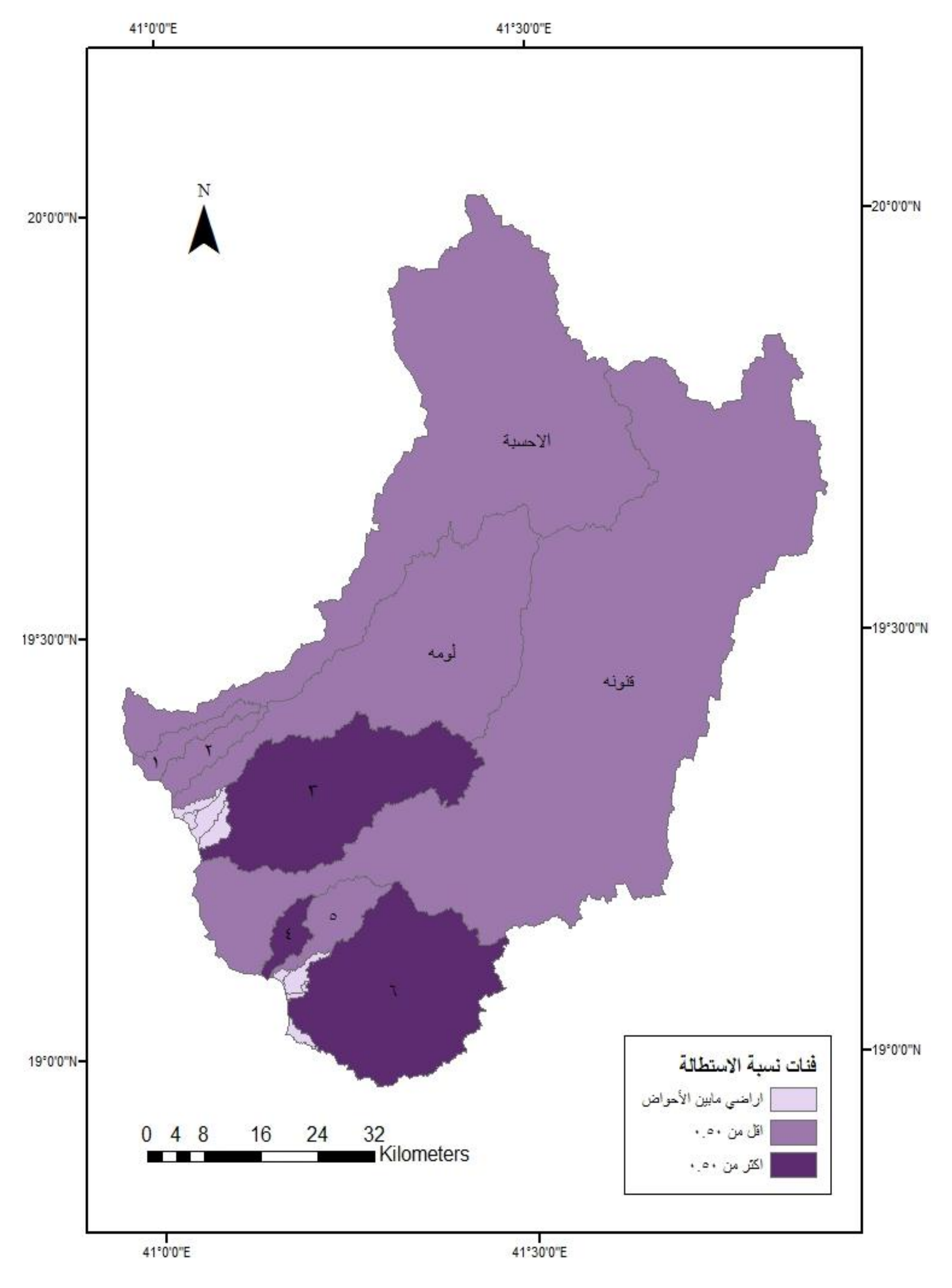
وتضم وادي قنونة، والأحسبة، ولومة، ووادي لومة، ووادي رقم ١ و٢ و٥، وبلغت نسبة استدارة الأحواض الكبيرة قنونة والأحسبة (٠.١٨) و(٠.١٥) بالترتيب هي الأقل استدارة في هذه الفئة، وسجل حوض رقم ٢ أعلى نسبة استدارة بلغت (٠.٢٧)، وترتبط هذه الفئة بفئة الأحواض الأكثر استطالة.

وعلى هذا يُلاحظ أن الأكثر الأحواض استدارة هي صغيرة المساحة، والأقل استطالة، حيث تتكون تلك الأحواض من عدد قليل من الروافد التي تقع قريبة من بعضها، وقريبة من المصب بينما يُلاحظ أن الأودية الكبيرة المساحة توجد منابعها في أقصى شرق منطقة الدراسة، بعيدًا عن مصباتها في الغرب، ويتألف الحوض الواحد منها من عدد كبير من الروافد التي يقع معظمها في الشرق، ويقل عددها بالاتجاه غربًا الأمرالذيي جعلها تأخذ أشكالاً بعيدة عن الشكل المستدير.

وبالنظر إلى نسبتي الاستطالة والاستدارة الجدول رقم (٢-١٢) يظهر أن الأحواض تميل إلى الاستطالة أكثر منهاإلى الاستدارة في الأحواض الكبرى، وذلك يدل على طبيعة المنطقة الصدعية وطبيعة الصخور في أجزائها العليا، ولهذا فهي تتصف باستطالتها في مراحل متقدمة من الحت والتعرية، والنشاط الحثي، وتحتاج إلى فترة طويلة جدًا حتى توسع من أحواضها.

الحوض	نسبة الاستطالة	نسبة الاستدارة	معامل الشكل
١	٠.٣٨	٠.١٦	٠.١١
٢	٠.٤٥	٠.٢٧	٠.١٦
٣	٠.٥٧	٠.٣١	٠.٢٦
٤	٠.٥٣	٠.٣٥	٠.٢٢
٥	٠.٤٦	٠.٢٧	٠.١٧
٦	٠.٧٦	٠.٤٢	٠.٤٦
لومة	٠.٤٥	٠.٢٢	٠.١٦
قنونة	٠.٤٨	٠.١٨	٠.١٨
الأحسبة	٠.٤٨	٠.١٥	٠.١٨

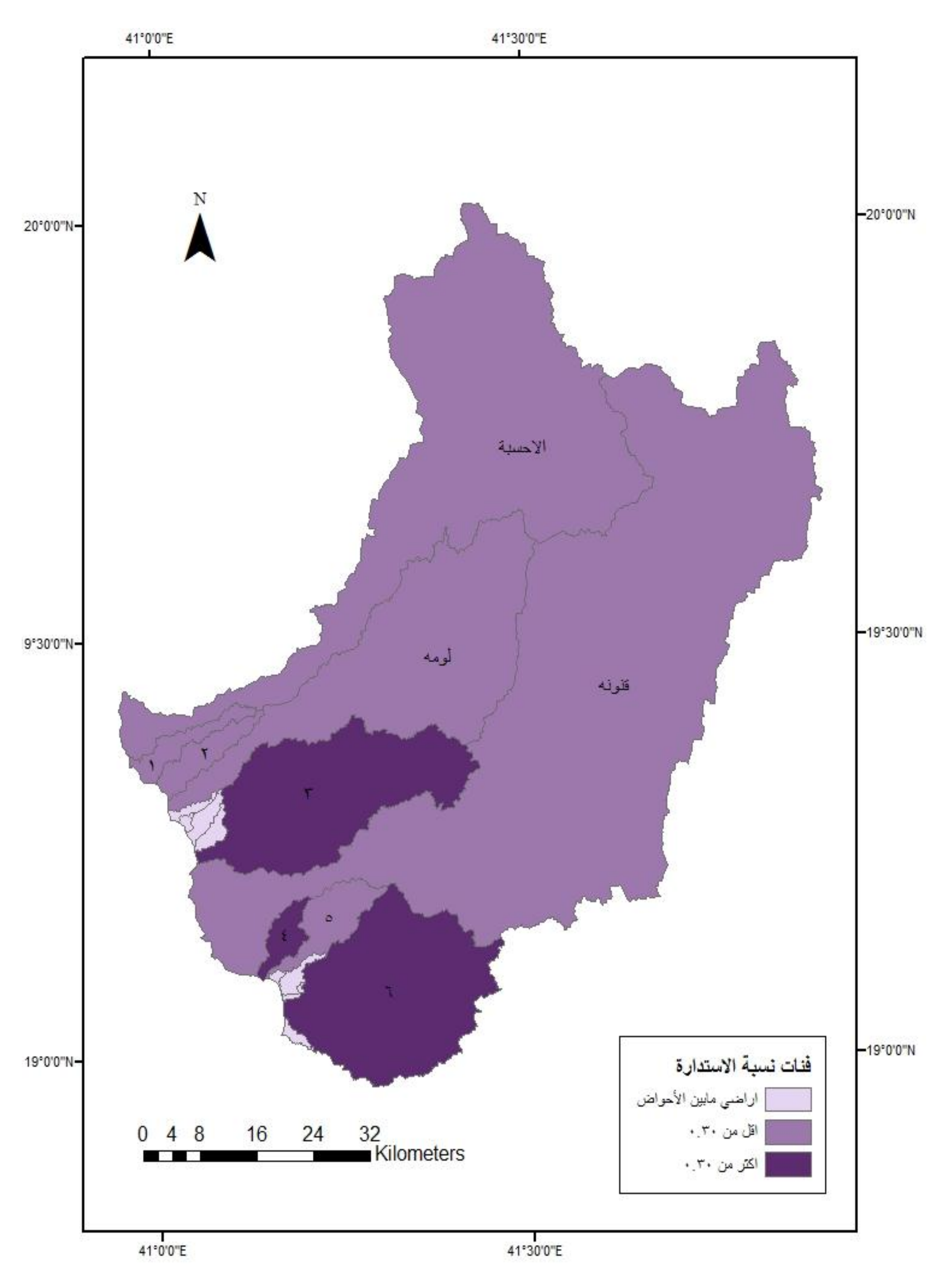
الجدول رقم (٢-١٢) الخصائص الشكلية لأحواض منطقة الدراسة
المصدر: إعداد الباحثة



الشكل رقم (٢-٢٤) الأحواض وفق فئات الاستطالة

المصدر: إعداد الباحثة

الشكل رقم (٢-٢٥) الأحواض وفق فئات الاستدارة
المصدر:إعداد الباحثة



الشكل رقم (٢-٢٥) الأحواض وفق فئات الاستدارة
المصدر:إعداد الباحثة

٢-٧-٢-٣معامل شكل الأحواضBasins Form Factor:

يصف هذا العامل مدى انتظام عرض الحوض المائي على طول امتداده من منطقة المنابع وحتى بيئة المصب.

وتدل القيمة المنخفضة على صغر مساحة الحوض بالنسبة لطوله الأمرالذي يجعل الحوض يقترب من شكل المثلث (محسوب ،١٩٩٧م)، ويقوم شكل الحوض بدورٍمهم في تحديد قمة الجريان، والكثير من الخصائص الهيدرولوجية الأخرى (البارودي،٢٠١٢، ص١١).

ويتأثر حوض التصريف المائي ونمطه وشبكة التصريف التي تمتد داخله بالخصائص الأخرى لحوض التصريف مثل: نوع الصخر، ودرجة الانحدار بالإضافة إلى أن الشكل يؤثر على العمليات الجيومرفولوجية، ويبلغ متوسط معامل الشكل بأحواض المنطقة (٠.٢١) الأمرالذي يشير إلى أن معظم أحواض المنطقة تقترب من شكل المثلث، ويعد حوض الوادي رقم ١ (٠.١١) هو أكثرها اقترابًا من شكل المثلث في حين يعد حوض الوادي رقم ٦ (٠.٤٦) أكثرها ابتعادًا عن شكل المثلث.وتبعًا لمعامل الشكل يمكن تقسيم أحواض المنطقة إلى فئات تظهر بالشكل رقم (٢-٢٦) وهي:

<u>نسبة أكثرمن ٠.٢:</u>

الأحواض رقم ٦ (٠.٤٦)، والحوض رقم ٣ (٠.٢٦)، والحوض رقم ٤ وبلغت الاستطالة فيها (٠.٢٢)، وترتبط تلك الفئة بفئة الأحواض الأقل استطالة، والأكثر استدارة، وتبتعد عن شكل المثلث.

<u>نسبة أقل من ٠.٢:</u>

وهي أحواض تقترب من شكل المثلث، وتضم وادي قنونة، ووداي الأحسبة، ووادي لومة، والوادي رقم ١، و٢، و٥، وبلغت نسبة معامل شكل الأحواض الكبيرة قنونة والأحسبة (٠.١٨) لكل منهما، وسجل الحوض رقم ٢ أقل نسبة معامل شكل بلغت (٠.١١)، وترتبط هذه الفئة بفئة الأحواض الأكثر استطالة، والأقل استدارة.

وترتبط الخصائص الشكلية مع بعضها بعلاقة طردية موجبة فبلغت (٠.٧) بين كل من الاستطالة، والاستدارة، ومعامل الشكل، كمابلغت بين معامل الشكل والاستدارة (٠.٥)

٢-٧-٣ الخصائص التضاريسية:

يعد تضرس الحوض من المعاملات التي توضح خصائص سطحه، والمرحلة العمرية التي يمر بها، وتتعدد المعاملات التي تدرس تضرس الحوض منها:

٢-٧-٣-١التضاريس القصوىMaximum Relief:

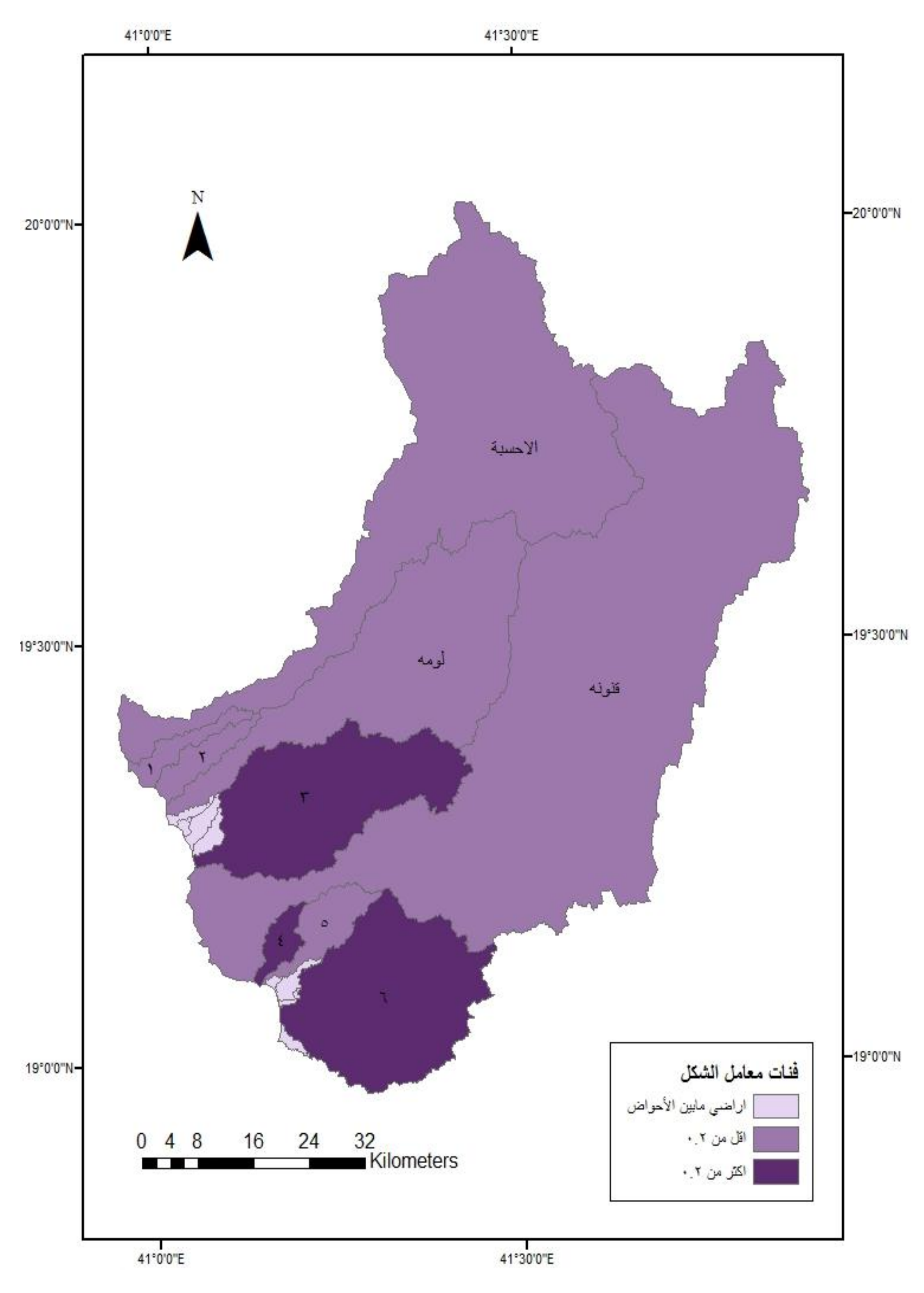
يبلغ متوسط التضاريس القصوى بأحواض المنطقة (٤٢١.٢ م)، ويعد وادي الأحسبة أكثرالأودية من حيث التضاريس القصوى(٢٤٩٩ م)، في حين يعد الوادي رقم ٤ أقلها (٤٨م)،الجدول رقم (٢-١٣)، وهناك علاقة طردية قوية (٠.٩) بين التضاريس القصوى، ومساحة الحوض، وهذا بسبب أن الأحواض كبيرة المساحة مرتبطة بارتفاعات عالية عند منابعها، في حين أن الأحواض صغيرة المساحة مرتبطة بارتفاعات منخفضة في أحواضها، ويمكن تقسيم أحواض المنطقة تبعًا للتضاريس القصوى إلى فئات تظهر بالشكل رقم (٢-٢٧) وهي:

<u>أكثرمن ٢٠٠٠ م:</u>

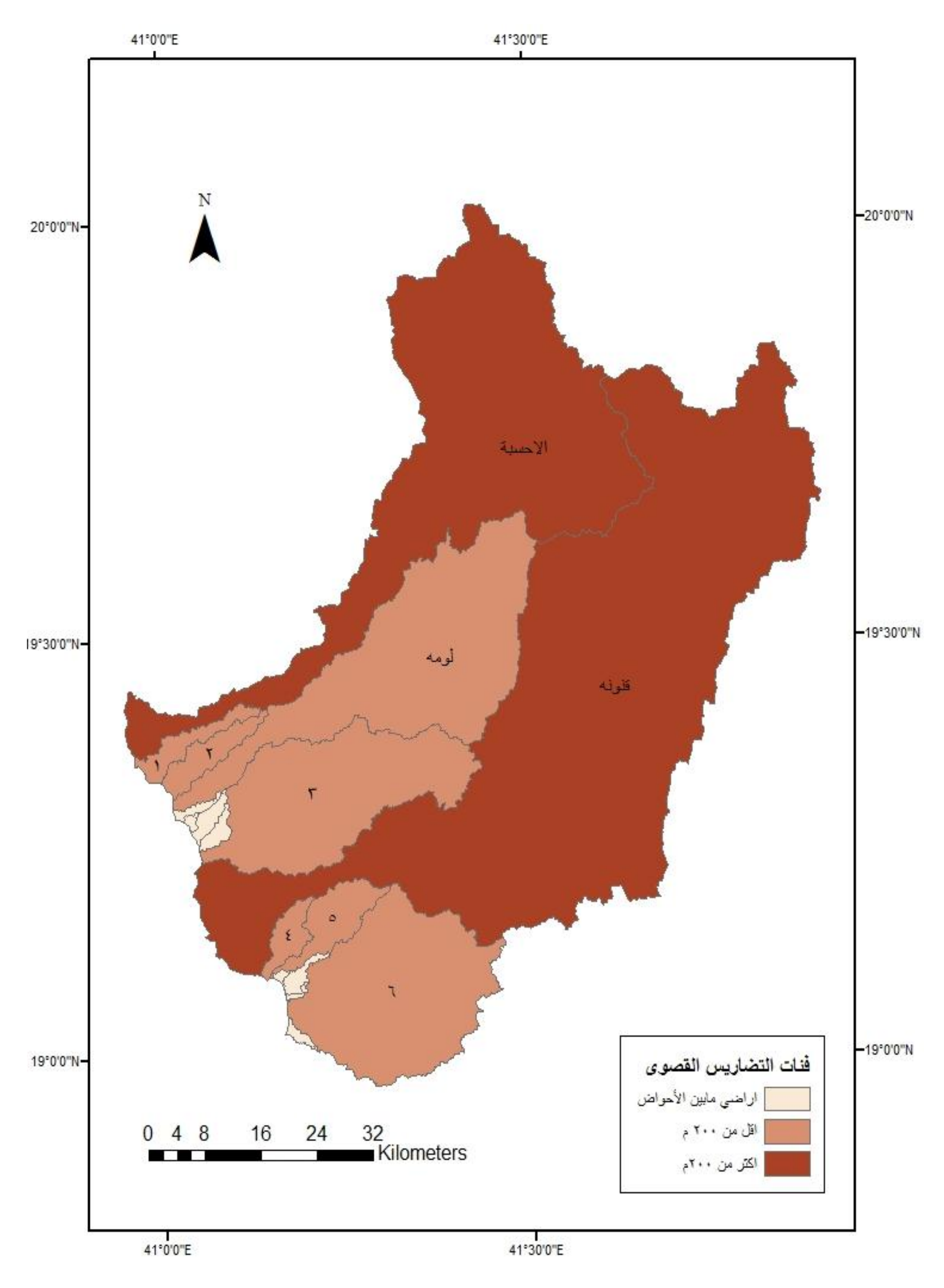
وتضم الأحواض الأكبر مساحة في المنطقة، وهي الأحسبة، وقنونة، وهي تبلغ مانسبته ٦٦.٨٩% من مساحة المنطقة وحوالي ٢٢% من إجمالي عدد الأحواض، وتنبع الروافد الرئيسة لهذه الفئة من قمم الجبال.

<u>أقلمن ٢٠٠٠ م:</u>

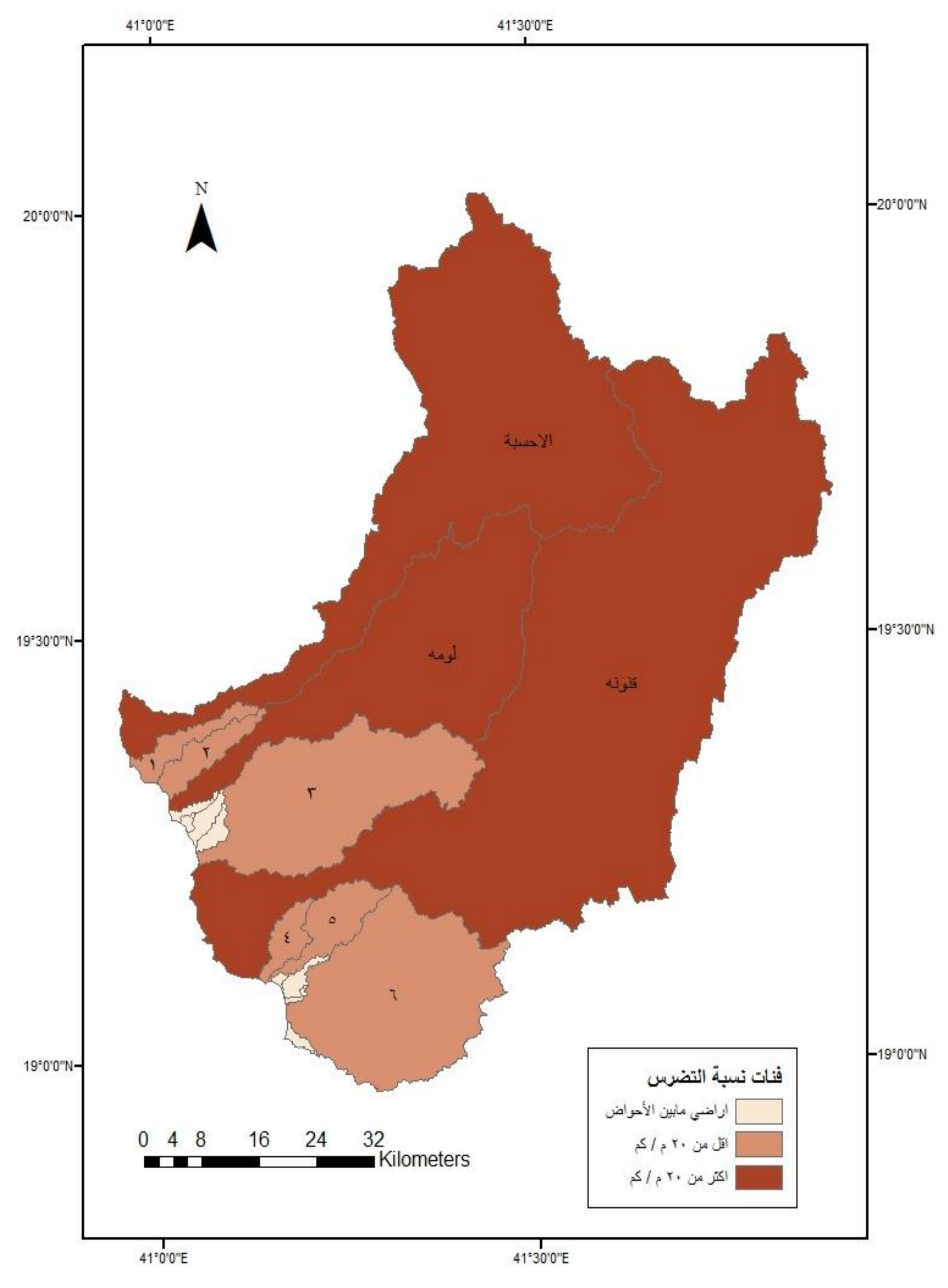
وتتمثل في حوضي وادي لومة، وحوض الوادي رقم ٣، وتنبع هذه الأحواض من سلاسل الجبال الأقل ارتفاعًا، ويندرج تحتها أيضًا الأحواض رقم ١،و٢، و٤،و٥، و٦،وتنبع هذه الأودية من تلال السهل الساحلي. أكبرها مساحة حوض وادي لومة (٦٧٢.٨٢ كم)، وأصغرها هو حوض رقم ٤ (٣٧.٠٤كم)، وتشغل مساحة تقدر ٣٣.١٠% من مساحة الأحواض.



الشكل رقم (٢-٢٦) الأحواض وفق فئات معامل الشكل
المصدر: إعداد الباحثة



الشكل رقم (٢-٢٧) الأحواض وفق فئات التضاريس القصوى
المصدر:إعداد الباحثة



الشكل رقم (٢-٢٨) الأحواض وفق نسبة التضرس

المصدر:إعداد الباحثة

الحوض	أعلى ارتفاع م	أقل ارتفاع م	التضاريس القصوى م	متوسط ارتفاع الحوض م
١	٦٨	٤	٦٤	٣٦
٢	٧٠	٣	٦٧	٣٦.٥
٣	٣١٩	٣	٣١٦	١٥٥.٢
٤	٥٠	٢	٤٨	٢٥
٥	١٢٢	٢	١٢٠	٥٧.٢
٦	٢٦٥	٢	٢٦٣	١٢٠.٧
لومة	١٢٨٩	٤	١٢٨٥	٦١١.١
قنونة	٢٣٨٣	٢	٢٣٨١	١١٥٥.٩
الأحسبة	٢٥٠٢	٣	٢٤٩٩	١٢٣٧.٨

جدول رقم (٢-١٣) بعض الخصائص التضاريسية لأحواض منطقة الدراسة

المصدر: إعداد الباحثة

٢-٧-٣-٢ نسبة التضرس relief ratio:

تعبر هذه النسبة عن مدى تضرس الحوض بالنسبة لطوله، وتفيد دراسة نسبة التضرس في معرفة مدى تضرس الأحواض لما له من علاقة بالعمليات الجيومورفولوجية السائدة في تلك الأحواض وتنخفض نسبة التضرس في الأحواض ذات المساحة الكبيرة، بالعكس وتدل القيمة المرتفعة لنسبة التضرس على شدة النحت، والجريان في الحوض (مرزا والبارودي ،١٤٢٦، ص٢١٧)

كما تؤدي زيادة نسبة التضرس، ودرجة الانحدار إلى زيادة الكثافة التصريفية، والتكرار، وعمق المجاري والتصريف المائي، والقوة الحتية والناتج الرسوبي للأنهار الأمر الذي يحقق زيادة تابعة في وعورة السطح، ومعدل التشعب، والرتب النهرية (سلامة ،٢٠٠٤،ص١٨٤)، الجدول رقم (٢-١٤) وعلى هذا يبلغ متوسط نسبة التضرس بأحواض المنطقة (١١.٤٠) ويعد وادي الأحسبة أكثرالأودية من حيث نسبة التضرس (٢٩.٥٣) وذلك نظرًا لزيادة تضاريسه القصوى (٢٤٩٩ م) إلى طول حوضه (٨٤.٦٣ كم) في حين يعد الوادي رقم ١ أقلها (٣.٢٧) نظرا لقلة تضاريسه القصوى (٤٦م) إلى طوله (١٩.٥٣كم)، ويمكن تقسيم أحواض المنطقة تبعًا للتضرس إلى فئات تظهر بالشكل رقم (٢-٢٨) وهي:

<u>أكثر ٢٠ م / كم:</u>

وهي أحواض متوسطة التضرس، وينعكس هذا بطبيعة الحال على شدة النحت، والجريان فيها، وتضم ثلاثة اودية وهي (الأحسبة،وقنونة، ولومة) وانضم لأودية جبال السروات وادي لومة الساحلي، والذي يصل ارتفاعه عند المنابع إلى (١٢٨٩م)، ويرجع تضرسها إلى ارتفاع تضاريسها القصوى بالنسبة لطولها فتنبع الروافد العليا لوادي الأحسبة من ارتفاع (٢٥٠٢ م) من منطقة بلجرشي، والروافد الرئيسة لوادي قنونة تنبع من سراة غامد (٢٣٨٣ م).

<u>أقل من ٢٠ م / كم:</u>

وهي أحواض سجلت نسبة تضرس منخفضة، وتقع في المنطقة السهلية، وتضم حوض الوادي رقم ١، و٢، و٣، و٤، و٥، و٦، وتمثل ٢١.٠١% من مساحة الأحواض.

الحوض	نسبة التضرس م / كم	التضاريس النسبية	قيمة الوعورة	النسيج الطبوغرافي
١	٣.٢٧	١.١٠	٠.٠٦	٠.٣٢
٢	٣.٧٣	١.٣٥	٠.٠٨	٠.٧٦
٣	٧.٥١	٢.٣٣	٠.٤٠	٢.٦٤
٤	٣.٧٣	١.٣١	٠.٠٦	٠.٧١
٥	٥.٦٩	٢.٠٣	٠.١٥	٠.٩٥
٦	٨.٠٢	٢.١٨	٠.٣٥	٣.٤١
لومة	٢٠.١٥	٦.٦٨	١.٤٩	٢.٧
قنونة	٢٠.٩٦	٥.٨١	٢.٣٨	٤.٤٢
الأحسبة	٢٩.٥٣	٧.٦٩	٢.٤٩	٢.٩٧

الجدول رقم (٢-١٤) الخصائص التضاريسية للأحواض

المصدر: إعداد الباحثة

٢-٧-٣-٣ التضاريس النسبيةRelative relief:

توجدعلاقةعكسية بين القيم المنخفضة للتضاريس النسبية، والأحواض ذات المساحة الكبيرة؛ حيث ترتفع القيم مع الاتجاه نحو صغر مساحة الحوض، وتدل النسب العالية على شدة تضرس الحوض، ووعورة السطح (الودعاني،٢٠١٤ص٣٧)، وتبلغ متوسط قيمة التضاريس النسبية لأحواض المنطقة (٣.٣٩)، ويعد وادي الأحسبة أعلى قيمة تضرس (٧.٦٩)، وهي تعتبر نسبة منخفضة لكبر مساحة الحوض ١٢٩٧.٨٣ كم ، في حين يعتبر الوادي رقم ١ هو أقلها قيمه (١.١٠)، وهي تدل على قلة تضرس الحوض، وتقارب قيمتي فرق الارتفاع ومحيط الحوض ، ويتضح من الشكل رقم (٢-٢٩) تصنيف الأحواض في المنطقة إلى فئات :

<u>أكثر من ٥ م / كم:</u>

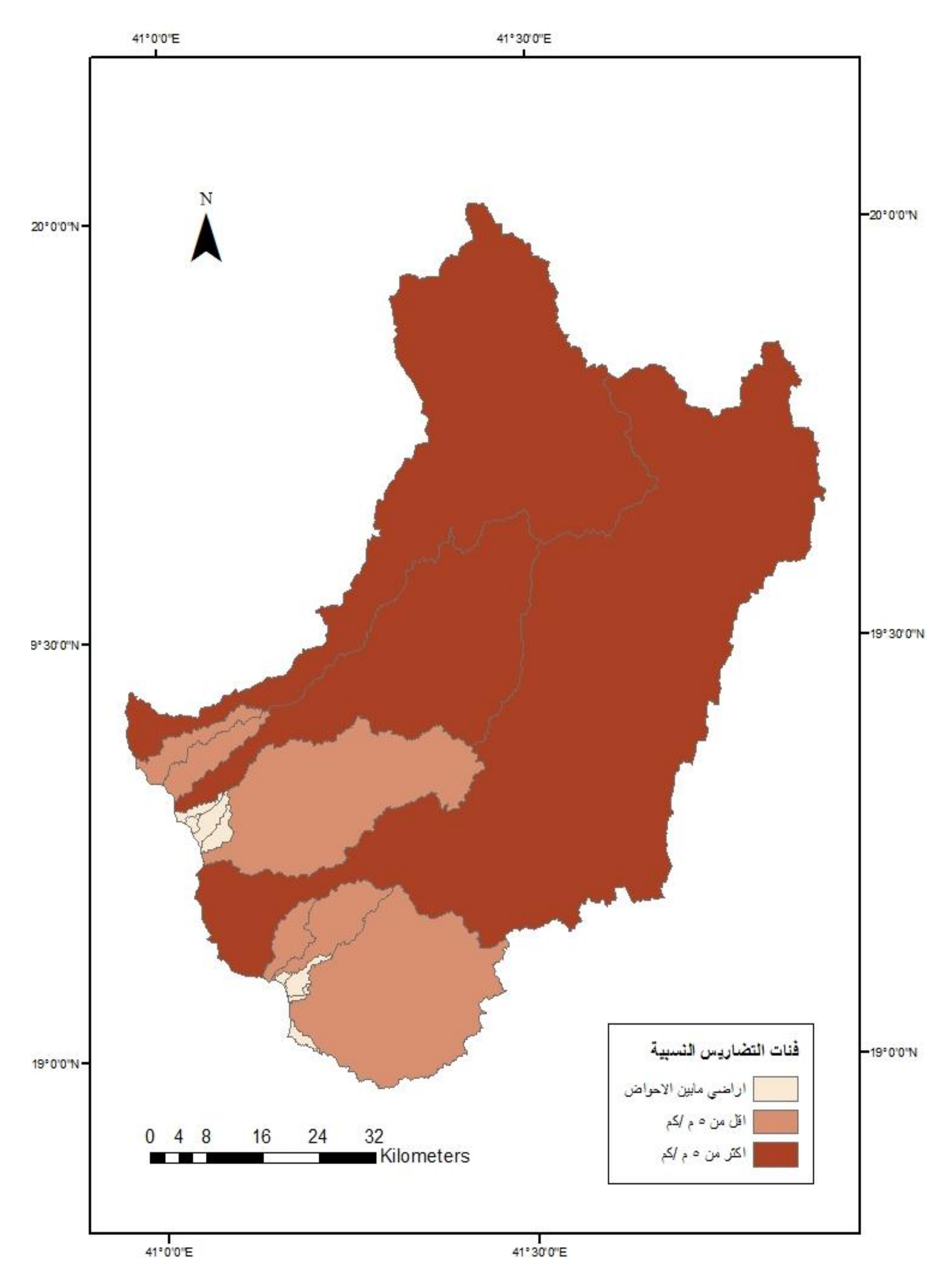
وتضم هذه الفئةحوض الأحسبة، وحوضقنونة، وحوضلومة وسجلت هذه الأحواض تضاريس نسبية منخفضة لكبر مساحتها.

<u>أقل من ٥م / كم:</u>

وتضم الأحواض١،٢، ٣ ،٤،٥،٦، وقد سجلت قيم تضاريس نسبية منخفضة جدًا في ظل ظروف متقاربة بين قيمتي الارتفاع، ومحيط الأحواض.

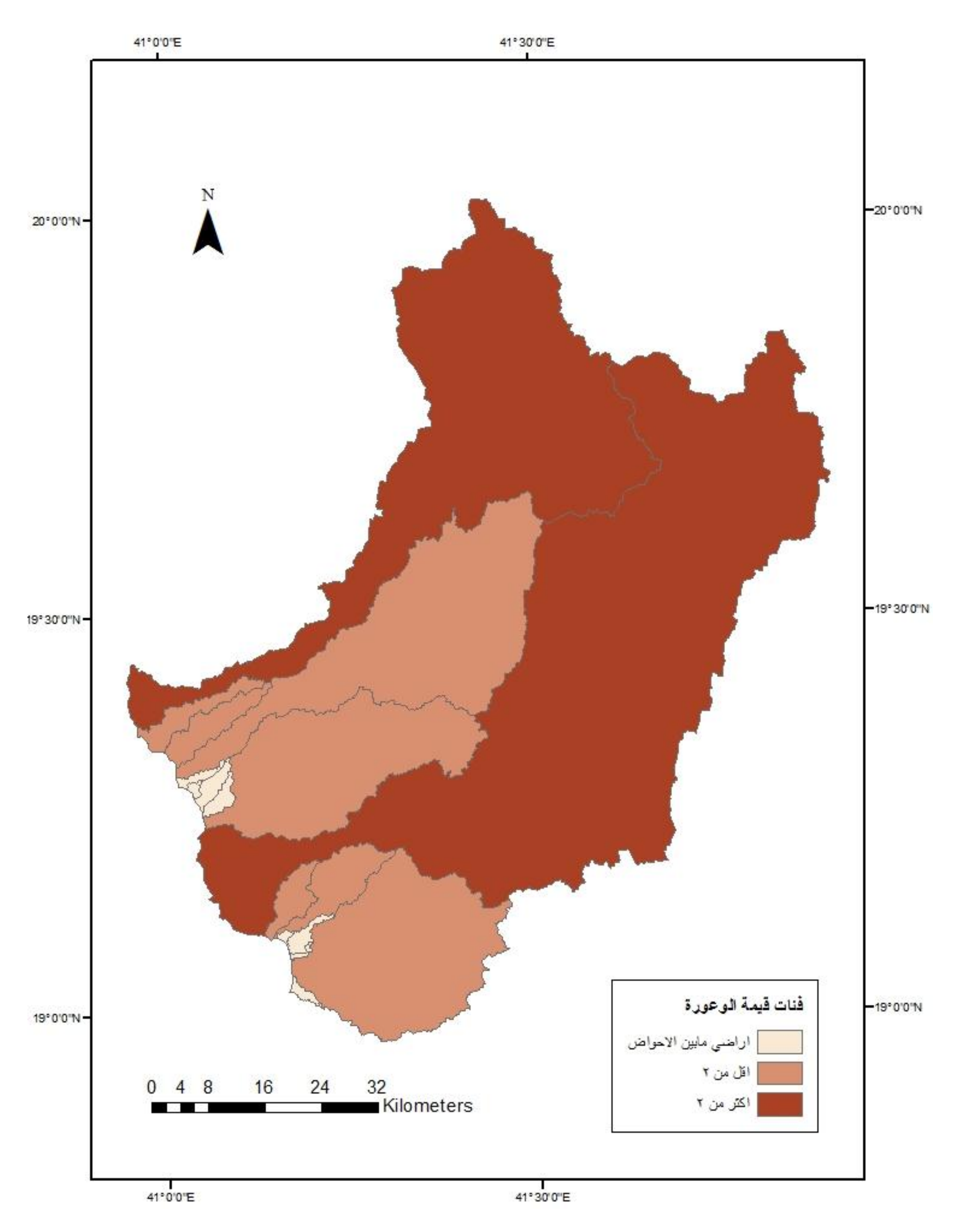
٢-٧-٣-٤ قيمة الوعورة Ruggedness Value:

يوضح هذا المقياس العلاقة بين التضاريس، وجملة أطوال مجاري الشبكة التصريفية ممثلة في متغير الكثافة، وكلما كانت درجة الوعورة مرتفعة القيمة دل ذلك على كفاءة التصريف في سرعة



الشكل رقم (٢-٢٩): الأحواض وفق فئات التضاريس النسبية

المصدر:إعداد الباحثة



الشكل رقم (٢-٣٠) الأحواض وفق فئات قيمة الوعورة
المصدر: إعدادالباحثة

نقل المياه والرواسب إلى مصبات الأودية، كما دل على القلة النسبية لفواقد التسرب التي تزداد إذا ما كان سطح الارض مستوياً أو غير متضرس، وكلما ازداد قيم الوعورة دل ذلك على قلة المسافات الأفقية، وزيادة الفارق الرأسي، والكثافة التصريفية، وزيادة خطورة الأودية في حالة حدوث سيول.

وعلى هذا يبلغ متوسط قيمة الوعورة بأحواض المنطقة ٠.٨٣، ويعد وادي الأحسبة أكثرها من حيث قيمة الوعورة (٢.٤٩) في حين يعد الوادي رقم ٤ و١ أقلها (٠.٠٦)، وتسجل علاقات طردية قوية بين قيمة الوعورة وكلاً من التضاريس القصوى، ومساحة الأحواض وأطوال المجاري، وبلغت (٠.٩٨) و (٠.٨٥) و (٠.٨٤) على التوالي، كما تسجل علاقة عكسية ضعيفة بلغت (- ٠.٦٥) بين قيمة الوعورة وكثافة التصريف، ويمكن تقسيم الأحواض الشكل رقم (٢-٣٠) وفق قيمة الوعورة إلى:

أكثر من ٢:

وتضم أحواض الواديين الأكبر في المنطقة قنونة والأحسبة، وهي أحواض شديدة الوعورة، ويعد ذلك أمرًا عاديًا لشدة انحدار هذه الأودية في مجاريها العليا؛حيث تجري فوق صخور قاعدية عديمة النفاذية في معظم قطاعاتها، وتحوي قمم من الجبال تقاوم النحت والتعرية، أما الروافد في القطاعات الدنيا تجري فوق صخور رسوبية سهلة النحت مماقل نسبيًا من قيم الوعورة لهذه الأحواض.

أقل من ٢:

وتضم كلاً من أحواض وادي لومة و١، و٢، و٣، و٤، و٥، و٦. وهي أحواض تقل فيها قيمة الوعورة؛حيث تتميز بصغر مساحتها، وتضاؤل تضاريسها، كما أن روافدها تجري على مفتتات رسوبية تتعرض لعوامل التعرية.

٢-٧-٣-٥ معدل النسيج الطبوغرافي Texture Topography:

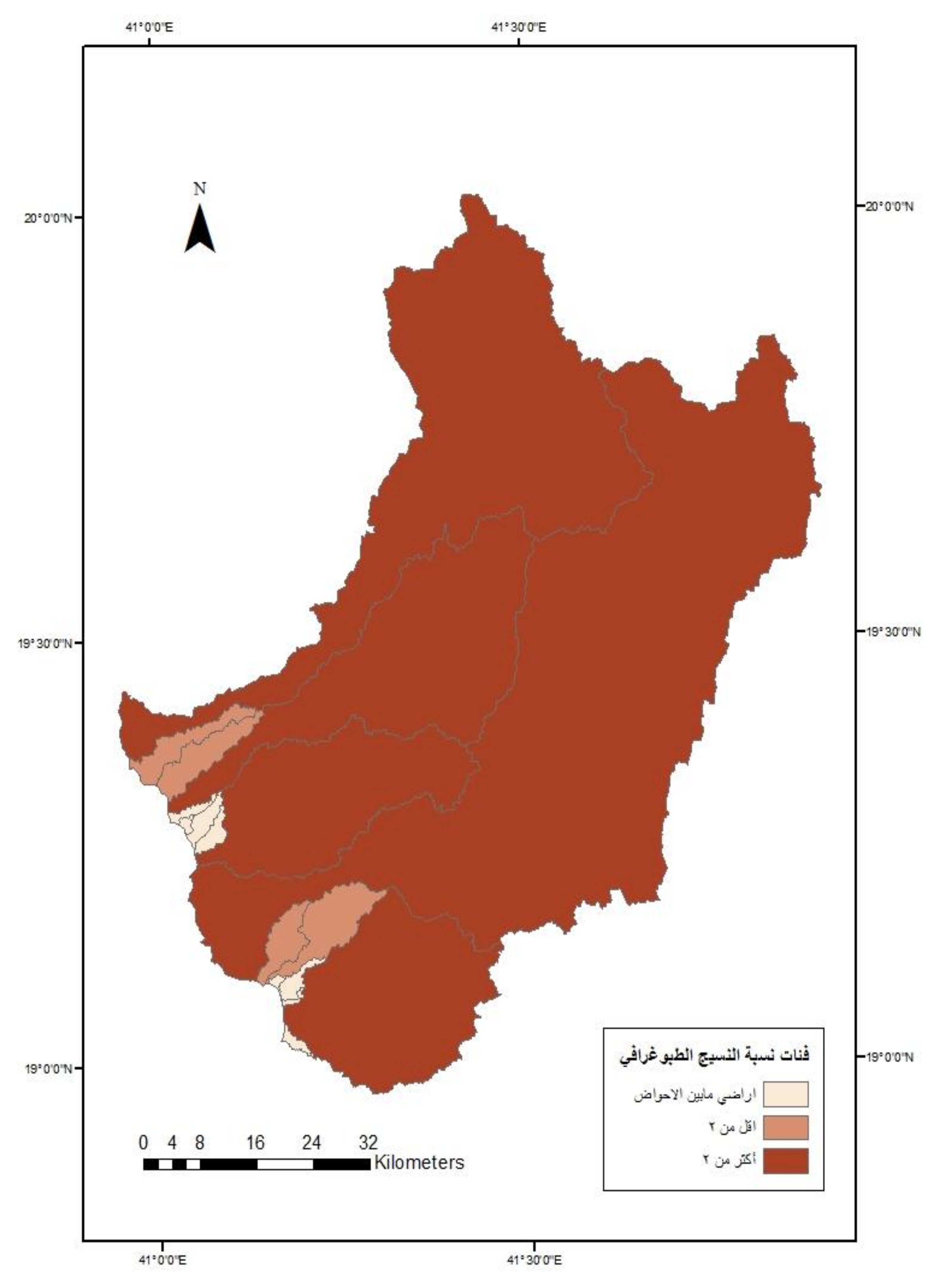
تعبر نسبة النسيج الطبوغرافي في الحوض عن درجة تقطع الحوض بالمجاري المائية، كما تدل على العلاقة بين أعداد المجاري ومحيط الحوض، ويتأثر بمجموعة من العوامل أهمها المناخ وخاصة الأمطار، ونوع الصخر، والنبات الطبيعي، وتنقسم نسبة التقطيع إلى ثلاث درجات وهي:

أ. خشنة وهي أقل من ٤.
ب. متوسطة، وتتراوح بين ٤- ١٠.
ج. ناعمة وهيأكثر من ١٠ (علاجي،٢٠١٠، ص٨٢).

ويبلغ متوسط نسبة النسيج الطبوغرافي (٢.١٠)،أعلى نسبة سجلها وادي قنونة (٤.٤٢)، وأقل نسبة سجلها الوادي رقم ١ (٠.٢٣) ويتضح أن أحواض منطقة الدراسة ذات نسيج طبوغرافي خشن، ومتوسط في وادي قنونة وهوما تتميز به أحواض المناطق الصحراوية. ويمكن تقسيم الأحواض،الشكل رقم (٢-٣١)حسب نسبة النسيج الطبوغرافي إلى:

الشكل رقم (٢-٣١) الأحواض وفق فئات نسبة النسيج الطبوغرافي

المصدر: إعداد الباحثة



الشكل رقم (٢-٣١) الأحواض وفق فئات نسبة النسيج الطبوغرافي

المصدر: إعداد الباحثة

أكثر من ٢:

وتضم أحواض وادي قنونة، والأحسبة، ولومة، والوادي رقم ٦ و٣ وهي تمثل ٥٥% من أعداد أحواض المنطقة، وتتراوح النسب من (٤.٤٢) في وادي قنونة، والذي يبلغ محيطه (٤٠٩.٣٦ كم)، إلى (٢.٦٤) في الوادي رقم ٣ والذي يبلغ طول محيطه (١٣٥.٤٦ كم).

أقل من ٢:

وتضم الأحواض رقم ١ و٢ و٤ و٥، وتمثل ٤٥% من أعداد الأحواض المنطقة، وتتراوح النسب في أحواض هذه الفئة من (٠.٩٥) في الوادي رقم ٤ الذي يبلغ محيطه (٥٨.٨٩ كم) إلى (٠.٣٢) التي سجلها الوادي رقم ١ والذي يبلغ محيطه (٥٨.٠٧ كم).

ونلاحظ تقاربًا في نسب النسيج الطبوغرافي بين الأحواض الأودية السهلية، وأحواض أودية جبال السروات، فكلها ذات نسيج طبوغرافي خشن إلى متوسط حسب تقسيم المعدل الطبوغرافي، وتدل على أن صخور الأحواض ذات مقاومة شديدة لعمليات النحت، والتعرية كما في القطاعات العليا لأحواض جبال السروات وبعض الأحواض السهلية مثل: حوض وادي لومة، وحوض الوادي رقم ٣، أيضًا تدل على قدرت الغطاء الصخري على تسريب المياه إلى ماتحت السطح كبيرة، وبالتالي تقل كمية الجريان السطحي تضعف القدرة على النحت، وتكون النتيجة نسيج طبوغرافي خشن.

٢-٨ الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف المائي:

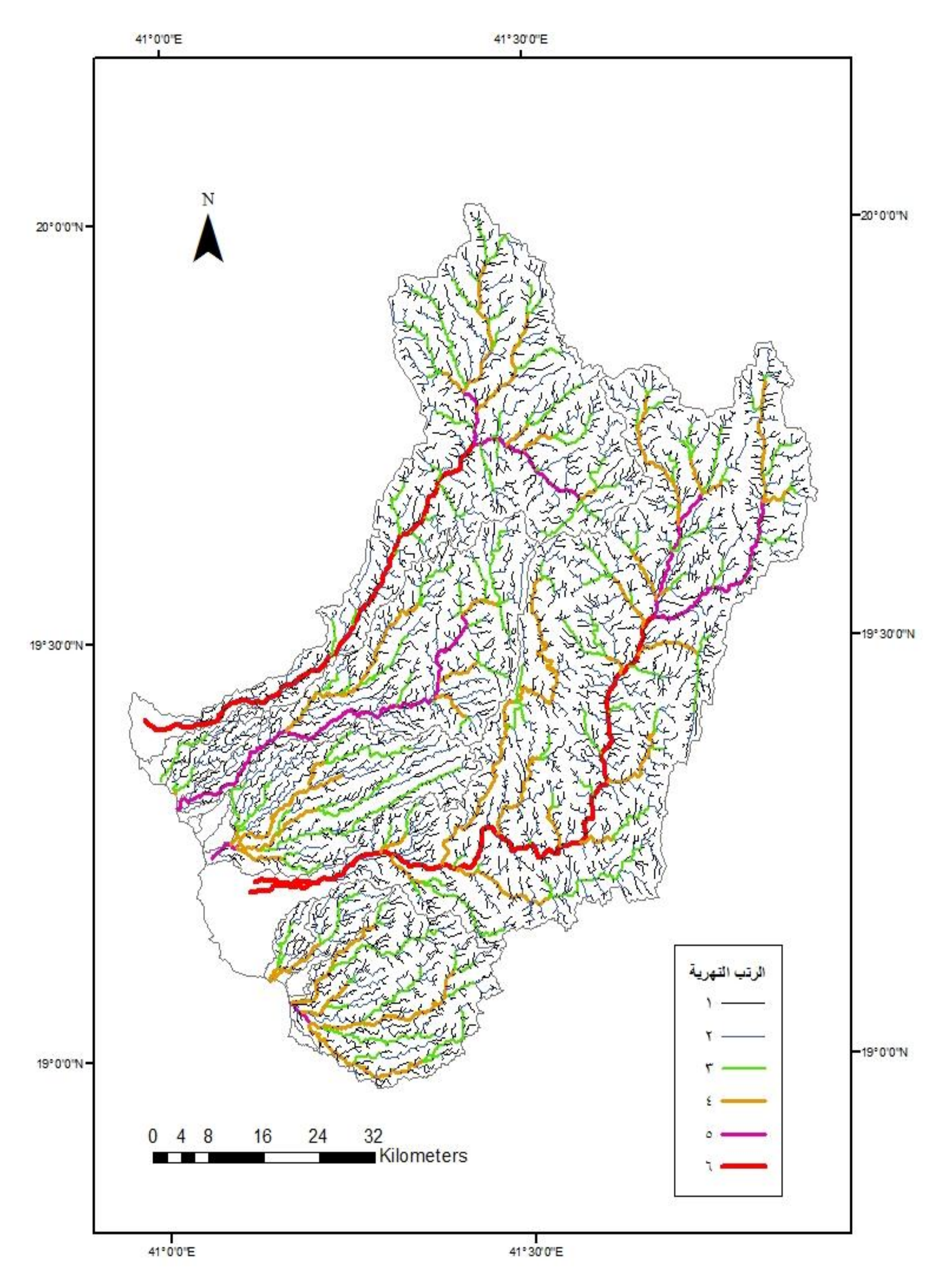
إنَّ الخصائص المورفومترية لأي شبكة مائية تفيد في إعطاء صورة عن الخصائص المورفولوجية لهذه الشبكة؛ وذلك بهدف معرفة درجة تطور هذه الشبكة، وهي تعد انعكاسًا لخصائص الصخور، وأشكالها، وظروف المناخ الحالي والقديم، وتم استخدام طريقة ستراهلرفي ترتيب مجاري الأودية وفي أحواض جبال السروات أعلى رتب فيها للرتبة السادسة، أما أحواض السهل الساحلي وصلت رتبة المجاري فيها إلى الرتبة الخامسة الشكل رقم (٢-٣٢).

٢-٨-١أعداد المجاري Stream Numbers:

يوجد بالمنطقة ٤٢٠٤مجاري موزعة على ٩أحواض، ويعد حوض وادي قنونة أكثرها في عدد المجاري (١٨١٠مجاري) في حين يعد الوادي رقم ١ أقلها في عدد المجاري (١٩مجرى)، وتوجد علاقة طردية قوية جدًا(٠.٩٩) بين مساحة الأحواض وأعداد المجاري فيها. ويمكن تقسيم أحواض المنطقة من حيث عدد المجاري إلى فئتين،الشكل رقم (٢-٣٣):

أكثر من ٦٠٠ مجرى / للحوض:

وتضم وادي الأحسبة، ووادي قنونة مجموعة مجاري بلغ عددها٢٧٧٨ مجرىً، ويمثل نسبة تقدر بـ (٦٩.٤٨) من مجموع أعداد المجاري في المنطقة بمساحة تقدر بحوالي ٦٦.٠٧ % من مساحة الأحواض.



الشكل رقم (٢-٣٢) الرتب النهرية في أحواض منطقة الدراسة

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على dem

أقل من ٦٠٠ مجرى / للحوض:

تضم هذه الفئة وادي لومة، والأودية١، و٢، و٣، و٤، و٥، و٦، وبلغ مجموع أعداد المجاري فيها ١٢٤٦ مجرىً بنسبة ٢٩.٦٣ % من مجموع أعداد المجاري في المنطقة بمساحة تقدر بحوالي ٣٣.١١ % من إجمالي مساحة الأحواض.ومما يلاحظ أن الأودية الصحراوية عامة تزاد فيها عدد مجاري الرتبة الأولى زيادة بدرجة كبيرة، ويلاحظ من الشكل (٢-٣٢)،والجدول رقم (٢-١٥) أن الغالبية العظمى من المجاري ٧٧.٦٧% تنتمي إلى الرتبة الاولى ، والثانية تمثل ١٧.١٧% ، والثالثة ٣.٥٩ % ، في حين يُلاحظ أن الرتب الرابعة والخامسة تمثل ٠.١٧ % و ٠.٣ % على التوالي، وهذا أمر عادي يتفق مع ماذكره هورتون Hortonفي قانونه المتعلق بعدد المجاري، وهو أن "عدد المجاري المائية التي تتدرج تناقصيًا في مجموعاتها تكون متوالية هندسية تبدأ بمجرى يتبع أعلى رتبة وتزداد تبعًا لنسبة تشعب ثابتة،(ابو العينين ،١٩٩٥، ص٤٤٠).

٢-٨-٢ أطوال المجاري Stream Length:

يصل إجمالي أطوال الأحواض بالمنطقة إلى ٥٩٩٢.٥٨ كم، ويعد وادي قنونة أكثرها طولاً(٢٤٣٣.١٢ كم)، وأقلها طولاً وادي رقم ٤ الذي بلغ (٤٣.٥٧ كم)، ويُلاحظ أن الرتبتين الأولى، والثانية تضمان٧٣.١٤ % من أطوال المجاري، ويعزى ذلك إلى زيادة أعداد المجاري بهذه الرتب بالرغم من قصر أطوالها، فيوجد بها ويمكن تقسيم الأحواض حسب أطوال مجاريها إلى فئتين، الشكل رقم (٢-٣٤):

أحواض مجاريها أكثر من ١٠٠٠كم:

وهذه تضم وادي الأحسبة، ووادي قنونة، حيثُ بلغ أطوال مجاريها (٢٤٣٣.١٢كم)، أي مانسبته ٦٢.٣٣% من إجمالي أطوال المجاري في الأحواض.

أحواض مجاريها أقل من ١٠٠٠ كم:

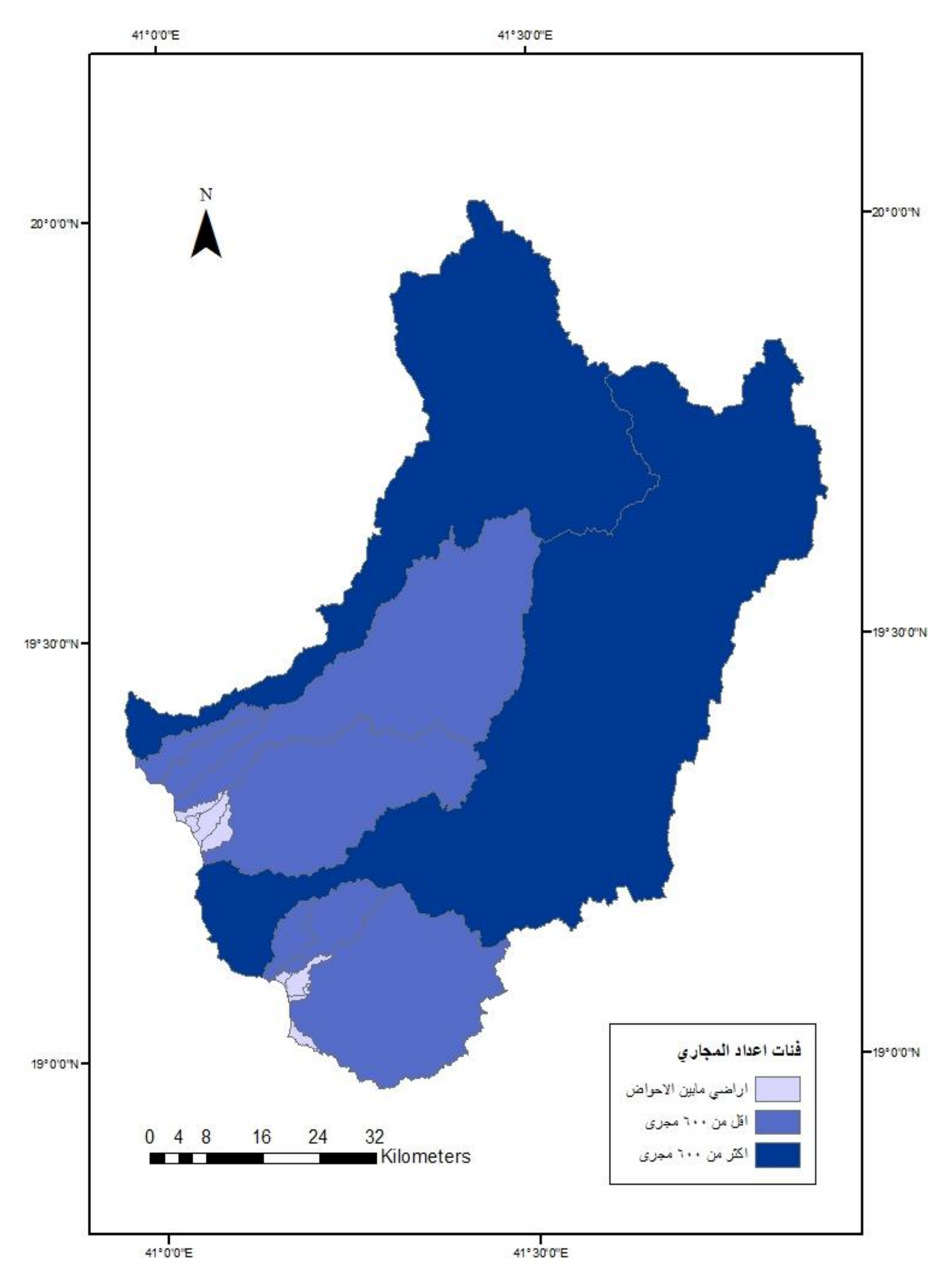
وتضم الأحواض لومة، ورقم و١، و٢، و٣، و٤، و٥، و٦، وتبلغ أطوال المجاري (١٧٨٢.٥١ كم)، وتمثل ٣٧.٦٧ % من إجمالي أطوال المجاري.ويتضح أن هناك علاقة طردية قوية بين أطوال المجاري، وكل من أعدادها، ومساحة أحواضها، فالأودية الأكبر مساحة، والأكثر في أعداد المجاري هي الأكثرأطوال المجاري.

٢-٨-٣ نسبة التشعب Bifurcation Ratio:

يصف معدل التشعب النهري مدى الاختصار أو الاندماج الذي تخضع له المجاري المائية مع تطورها أو زيادة رتبتها النهرية. وعادة يتناقص عدد المجاري المائية مع تزايد رتبها بحيث يقتصر الأمر في النهاية على مجرىً واحد أعلى رتبة، بينما يتزايد العدد إلى أقصاه في الرتبة الأولى (سلامة ،٢٠٠٤، ص١٧٩). والعلاقة بين نسبة التشعب، وخطر الفيضان علاقة عكسية، وهذا يعني أنه كلما قلت نسبة التشعب في الأحواض تقل كثافة التصريف، وبالتالي فإن مياه

الشكل رقم (٢-٣٣) الأحواض وفق فئات أعداد المجاري

المصدر: إعداد الباحثة

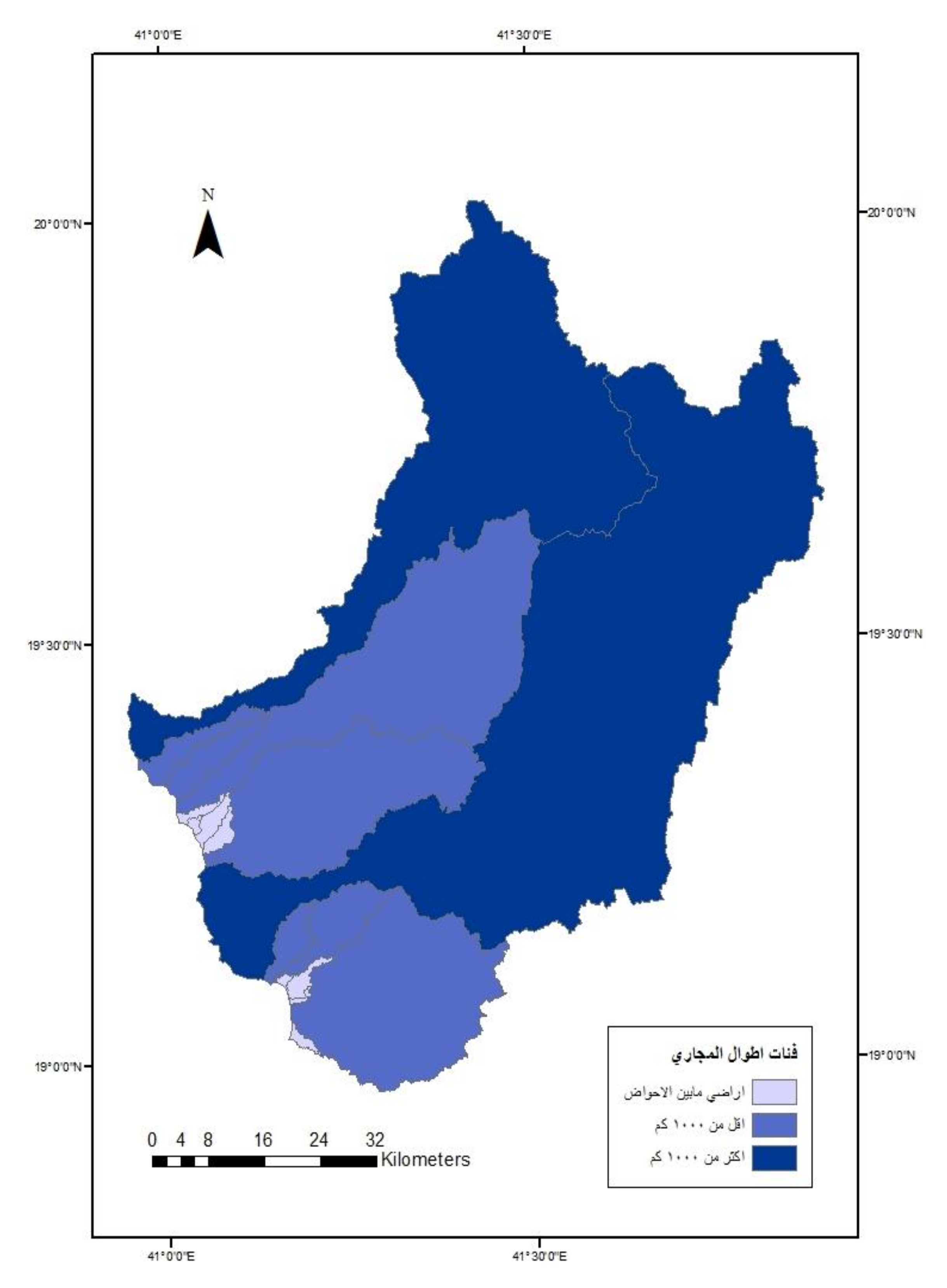


الشكل رقم (٢-٣٣) الأحواض وفق فئات أعداد المجاري

المصدر: إعداد الباحثة

الشكل رقم (٢-٣٤) الأحواض وفق فئات أطوال المجاري

المصدر: إعداد الباحثة



الشكل رقم (٢-٣٤) الأحواض وفق فئات أطوال المجاري

المصدر: إعداد الباحثة

الأمطارتتجمع في مجاري قليلة، ومحدودة الأمرالذي يزيد خطر الفيضان، بعكس ما إذا كانت نسبة التشعب كبيرة في الأحواض فإن كثافة التصريف تزيد، وبالتالي تتوزع على عدد أكبر من المجاري فتصل إلى المجرى الرئيس، وهي مشتتة فيقل خطر فيضانها. ويبلغ متوسط نسبة التشعب بالأحواض (٤.١) وهو متوسط منخفض نسبياً، وقد سجلت أعلى نسبة تشعب في حوض وادي رقم ١ ووادي قنونة (٥) و(٤.٧). وأقل نسبة بحوض الوادي رقم ٤ (٢.٧)، ويمكن تقسيم أحواض المنطقة تبعًا لنسبة التشعب، الشكل رقم (٢-٣٥) إلى فئتين هما:

أكثر من ٣.٥:

وتضم وادي قنونة، والأحسبة، ولومة، و١،٢،و٣، و٥، و٦. أعلى نسبة في وادي رقم١ (٥)، وأقلها في الوادي رقم ٥ (٣.٧)، بنسبة ٧٧.٧٧% من عدد الأحواض، ونسب هذه الفئة من النسب العادية للأحواض التي تتراوح من ٣ – ٥ والتي حددها سترالر Starhler، وهي تقطع للحوض بالمجاري.

أقل من ٣.٥:

وتضم الوادي رقم ٤ فقط والذي سجل أقل نسب تشعب في أحواض المنطقة، ويُلاحظ تقارب نسب التشعب بين الأحواض الكبيرة التي تنبع من خط الشعاف، والتي تنبع من السهل الساحلي وتلال السهل الساحلي.

٢-٨-٤تكرارية المجاري Stream Frequency:

يقصد بها النسبة بين مجموع أعداد المجاري والمساحة الكلية للحوض، وتشير القيم المنخفضة المرتفعة لهذا المعامل إلى زيادة احتمالية حدوث السيول، وارتفاع قيمة صافي الجريان (الودعاني،٢٠١٤، ص٤٣). ويصل متوسط تكرارية المجاري بالمنطقة إلى أقل من ١ مجرى/ كم٢ وهي قيمة منخفضة تدل على قلة أعداد المجاري بالنسبة لمساحة الأحواض.ويمكن تقسيم الأحواض وفق تكرارية المجاري، الشكل رقم (٢-٣٦) إلى فئتين:

أكثر من ٠.٧٥ مجرى / كم ٢:

وتضم حوض وادي لومة، والأودية أرقام ٣ و٤ و٦ التي تمثل ٤٤.٤٤% من عدد الأحواض، وبمساحة بلغت ٢٩.٩٩% من جملة مساحة الأحواض.

أقل من ٠.٧٥ مجرى / كم ٢:

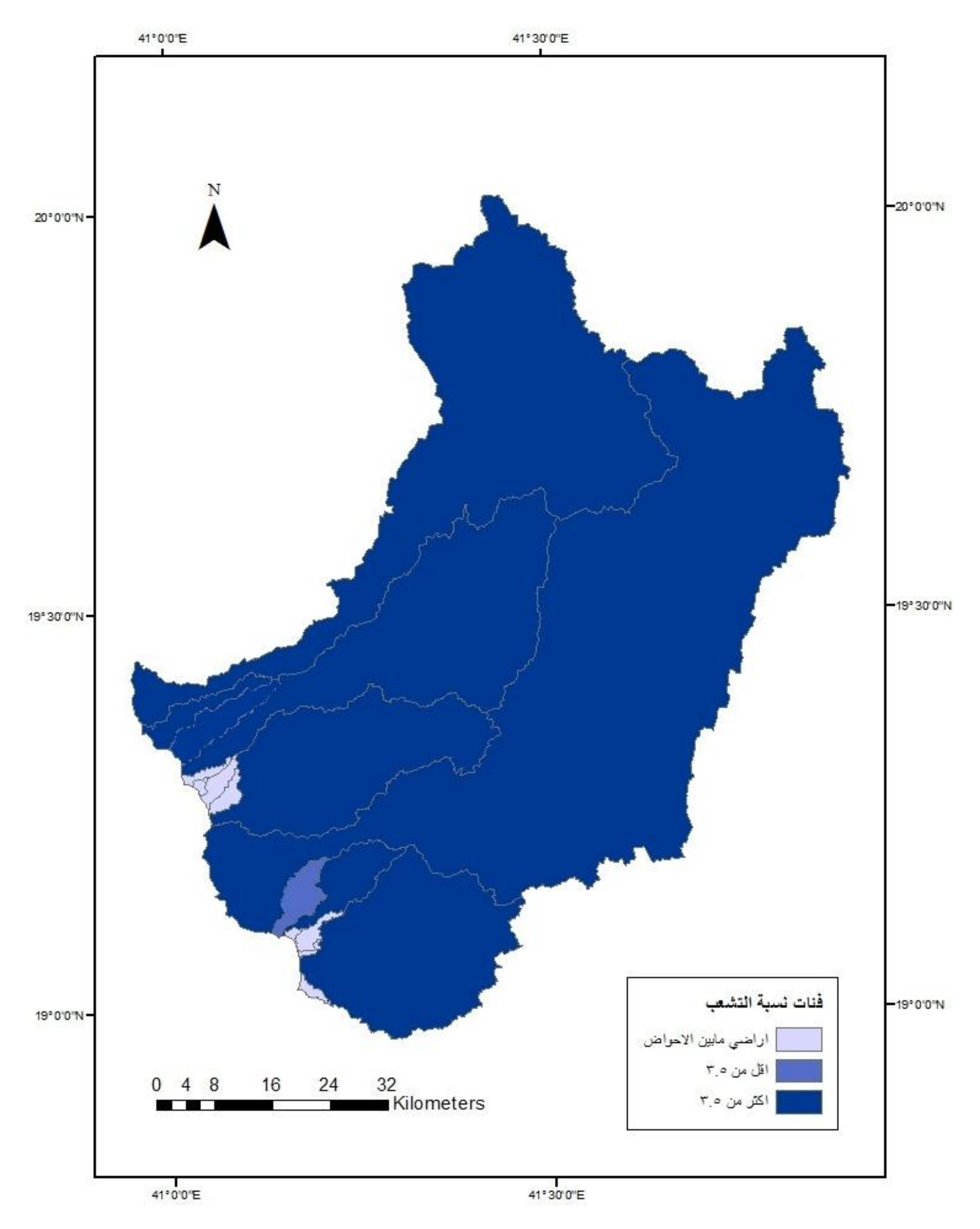
وتضم حوض وادي قنونة، والأحسبة، والأحواض أرقام ١ و٢ و٥، وهي تمثل ٥٥.٥٥% من عدد الأحواض وبمساحة تبلغ ٧٠.٠١% من مساحة الأحواض في المنطقة.

اسم الحوض	الرتبة	عدد المجاري	نسبته اعداد المجاري	مجموع أطوال المجاري كم	متوسط طول المجرى كم
الحوض رقم ١	١	١٦	٨٤.٢	٢١.٢	١.٣
	٢	٢	٢٢.٢	٩.٣	٤.٦
	٣	١	٣٣.٣	١٢.٥	٤.١
المجموع		١٩		٤٣.٥	
الحوض رقم٢	١	٣١	٨١.٥	٣٧.٦	١.٢
	٢	٤	٧.٨	٢٠.٣	٥
	٣	٢	٥.٢	٧.٢	٣.٦
	٤	١	٢.٦٣	٠.٥	٠.٥
المجموع		٣٨		٦٥.٨	
الحوض رقم ٣	١	٣٢١	٨٩.٦	٣٢٢.١	١
	٢	٥٤	١٥	١٦٣.٨	٣
	٣	١١	٣	١١٦.٧	١٠.٦
	٤	٦	١.٦	٥٥.٩	٩.٣
	٥	١	٠.٢	٥.٣	٥.٣
المجموع		٣٥٨		٥٨٤.٤	
الحوض رقم ٤	١	١٨	٦٩.٢	٢٤.٣	١.٣
	٢	٥	١٩	٩.٥	١.٩١
	٣	٢	٧	١٠.٤	١.٤
	٤	١	٣.٨	٢.٩	٢.٩
المجموع		٢٦		٤٧.٢	
الحوض رقم ٥	١	٤٤	٧٨.٥	٤٦.٧	١
	٢	٩	١٦	٣٠.٢	٣.٣
	٣	٢	٤.٥	١٢.٨	٦.٤
	٤	١	١.٧	٩.٨	٩.٨
المجموع		٥٦		٩٩.٧	
الحوض رقم ٦	١	٣٢١	٧٨.١	٣٢٢.١	١
	٢	٧١	١٧.٢	١١٦.٤	١.٦
	٣	١٤	٣.٤	١٠٠.٦	٧.١
	٤	٤	٠.٩	٨٦.٩	٢١.٧
	٥	١	٠.٢	٤.٣	٤.٣
المجموع		٤١١		٦٣٠.٦	
حوض وادي لومة	١	٤٠١	٧٧.١	٣٣٦.٨	٠.٨
	٢	٩٣	١٧.٨	٢١٨.٥	٢.٣
	٣	٢٠	٣.٨	٨٣.٢	٤.١
	٤	٥	٠.٩	٥٣.٦	١٠.٧
	٥	١	٠.١	٦٦.٣	٦٦.٣
المجموع		٥٢٠		٧٨٥.٥	
حوض وادي الأحسبة	١	٧٥٧	٧٨.٢	٦١٧	٠.٨
	٢	١٦٦	١٧.١	٣٤٦.٨	٢
	٣	٣٤	٣.٥	١٧٧.١	٥.٢
	٤	٧	٠.٧	٥٧.٣	٨.١٩
	٥	٢	٠.٢	٣٠.٤	١٥.٢
	٦	١	٠.١	٧٣.٨	٧٣.٨
المجموع		٩٦٧		١٣٠٢.٧	
حوض وادي قنونة	١	١٤٠٥	٧٧.٦	١١٨٧.٦	٠.٨
	٢	٣١٨	١٧.٥	٦٠٤.٣	١.٩
	٣	٦٥	٣.٥	٢٥٤.٦	٣.٩
	٤	١٨	٠.٩	٢٢٦.٨	١٢.٦
	٥	٢	٠.١	٥٠.٣	٢٥.١
	٦	١	٠.٠٥	١٠٩.٢	١٠٩.٢
المجموع		١٨٠٩		٢٤٣٣.١	

الجدول رقم (٢-١٥) رتب المجاري المائية لأحواض المنطقة، ومتوسط طولها

المصدر: إعداد الباحثة

المصدر: إعداد الباحثة

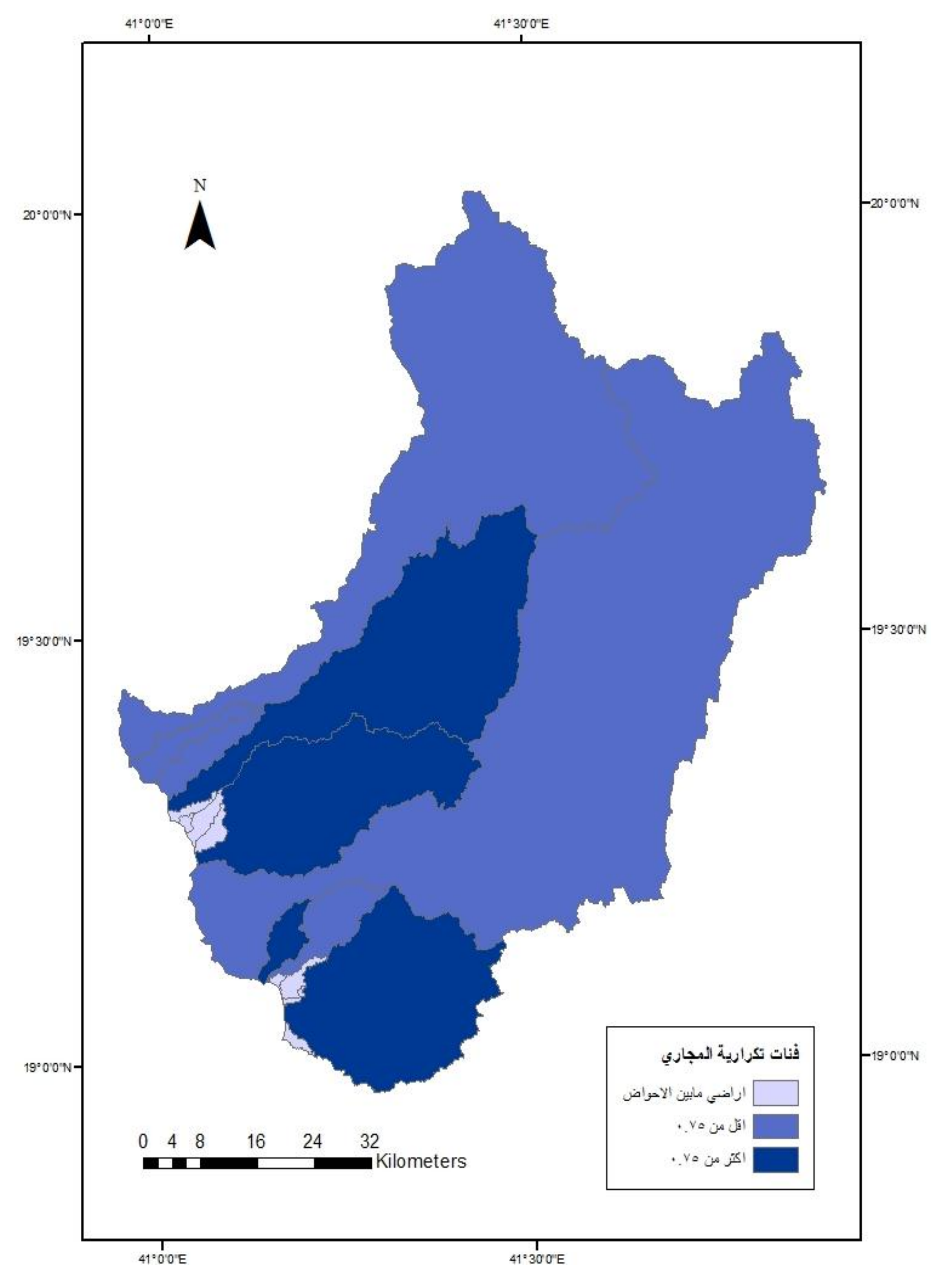


الشكل رقم (٢-٣٥) الأحواض وفق فئات نسبة التشعب

المصدر: إعداد الباحثة

الشكل رقم (٢-٣٦) الأحواض وفق فئات تكرارية المجاري

المصدر: إعداد الباحثة



الشكل رقم (٢-٣٦) الأحواض وفق فئات تكرارية المجاري

المصدر: إعداد الباحثة

ويلاحظ تقارب قيم التكرارات في المنطقة، ويشيرهذا إلى التجانس النسبي في التركيب الصخري لأحواض منطقة الدراسة؛ إذ تجري مجاري أحواض جبال السروات على الصخور النارية والمتحولة في قطاعاتها الوسطى والعليا والصخور الرسوبية بالسهل الساحلي في قطاعاتها الدنيا، أما أحواض السهل الساحلي تجري في معظم قطاعاتها على صخور السهل الساحلي الرسوبي.

٢-٨-٥ الكثافة التصريفية Drainage Density:

وهذه تعدُّ من أهم المعاملات المورفومترية التي توضح خصائص حوض التصريف التي تستخدم لفهم العمليات الجيمورفولوجية السائدة في الأحواض، وهي نتاج مزيج معقد من العوامل التي تضم المناخ، والخصائص الليثولوجية، والنبات، والتضاريس، ويبلغ متوسط كثافة التصريف في أحواض المنطقة ١.١٨ كم / كم ٢ ، وهي كثافة تصريف منخفضة ترجع إلى عدم قدرة الشبكة على توسيع مجاريها نظراً لظروف الجفاف، وبسبب صلابة التكوينات الصخرية في المنطقة، وكون المنطقة صدعية انكسارية شديدة الانحدار، كما تدل على ان الأحواض لم تصل إلى مرحلة متقدمة في النشاط الحتي، ويمكن تقسيم أحواض المنطقة وفق كثافة التصريف إلى فئتين شكل رقم (٢-٣٦):

<u>أكثر من ١ كم / كم ٢:</u>

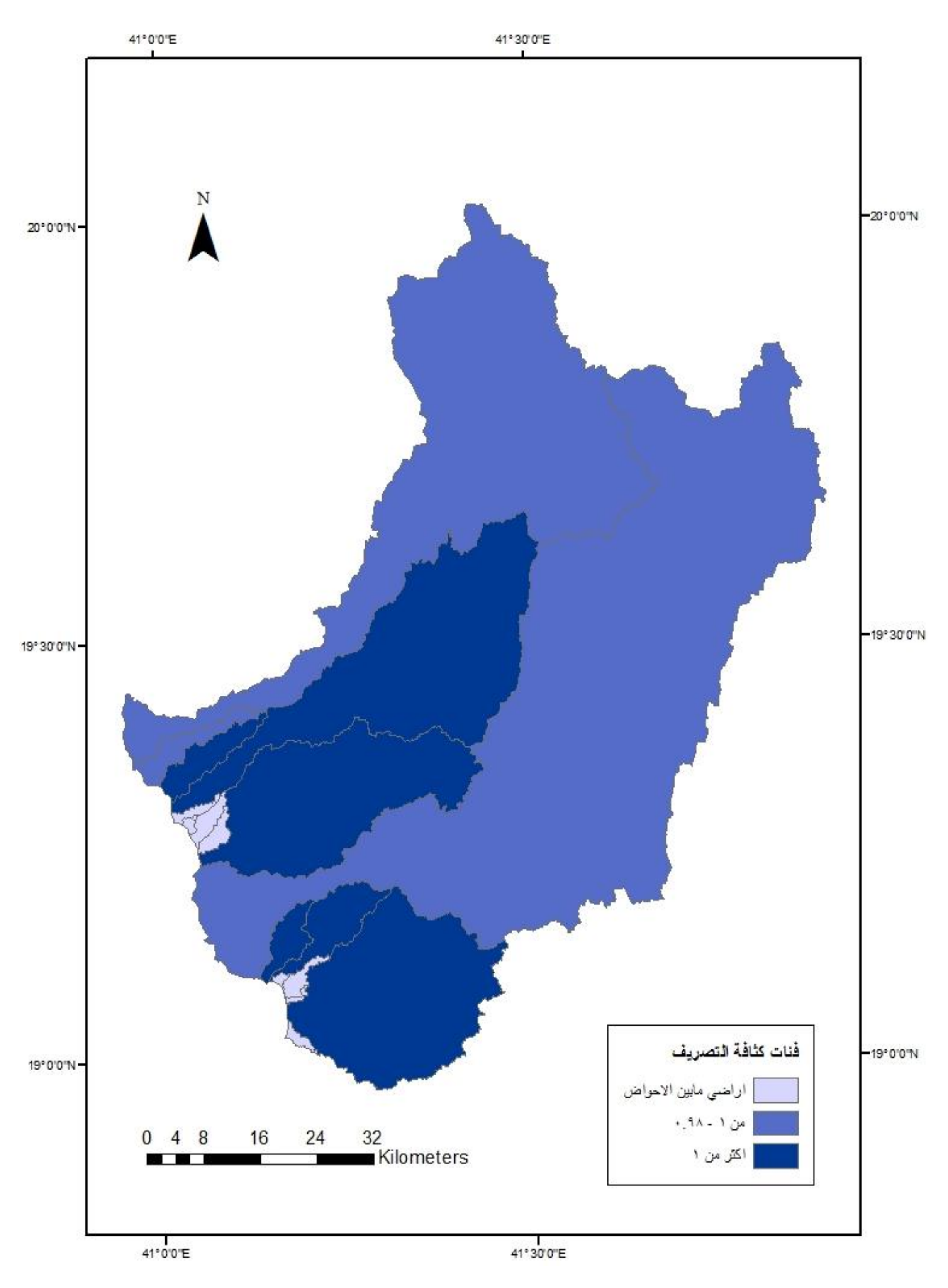
وتضم هذه الفئة أحواض السهل الساحلي، وهي حوض وادي لومة، وحوض الأودية أرقام و٢، و٣، و٤، و٥، و٦، ومساحتها تبلغ ٣٢.٣١% من جملة مساحة الأحواض.

<u>من ١ -٠.٩٨ كم / كم ٢:</u>

وتضم هذه المجموعة حوض وادي قنونة، والأحسبة، والحوض رقم ١ وتبلغ مساحتها ٦٧.٦٨% من مساحة الأحواض، وتظهر كثافة تصريف أحواض السهل الساحلي مرتفعة نسبيًا عن الأحواض الكبرى نظرًا لصغر مساحتها، كما أن هذه الأحواض تجري فوق سهول رسوبية سهلة التقطيع والنحت، في حين أن حوضي قنونة والأحسبة تجري في قطاعاتهما العليا على صخور نارية صلبة، كما لايغفل تأثير دور الجفاف بالمنطقة الذي ساعد على زيادة تأثير عامل الصخر، وتوقف عمليات النحت التراجعي.

اسم الحوض	كثافة التصريف	تكرارية المجاري	معدل التشعب
١	٠.٩٨	٠.٤٣	٥
٢	١.٢٣	٠.٧١	٣.٩
٣	١.٢٩	٠.٨٤	٤.٦
٤	١.٣٨	٠.٧٦	٢.٧
٥	١.٣١	٠.٧٣	٣.٧
٦	١.٣٥	٠.٨٨	٤.٢
لومة	١.١٦	٠.٧٧	٤.٤
الأحسبة	١	٠.٧٤	٣.٩
قنونة	١	٠.٧٤	٤.٧
المتوسط	١.١٨	٠.٧٣	٤.١

الجدول رقم (٢-١٦) بعض الخصائص المورفومترية لشبكة المجاري المائية
المصدر: إعداد الباحثة



الشكل رقم (٢-٣) الأحواض وفق فئات كثافة التصريف

المصدر: إعدادالباحثة

٢-٨-٦ اتجاهات المجاري Stream Orientation:

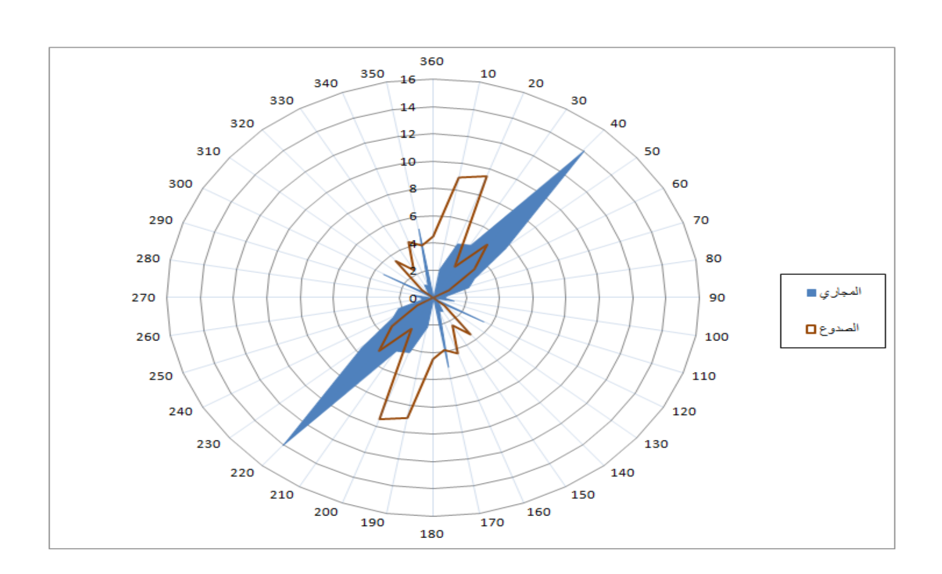
من الجدول رقم (٢-١٧) تشكل المجاري ذات الاتجاه الشمال الشرقي ما مجموعه٢٨.١%، وهي السائدةشرق الشمال الشرقي بنسبة ١١.٣%، ثم شمال الشمال الشرقي بنسبة ٩% ثم الاتجاه شمال الشمال الغربي ١٠.٣%.

ومن خلال مقارنة اتجاه الصدوع في المنطقة باتجاه المجاري الشكل رقم (٢-٣٧) يتضح أن هناك علاقة إيجابية بين المجاري في الاتجاه الشمالي الشرقي، وشرق الشمال الشرقي، والاتجاه شمال الشمال الغربي، بينما تبدو العلاقة سلبية في الاتجاه الشمالي الذي يبلغ نسبة أطوال الصدوع فيه٢٦.٧ %، بينما لاتتجاوز أطوال المجاري المائية في نفس الاتجاه ٤.٣%، وفي ذلك إشارة إلى عدم تأثر مجاري الأودية بالصدوع في هذا الاتجاه. ويتضح أن الانحدار العام للمنطقة يقوم بدور رئيس في اتجاهات مجاري الشبكة.

	شـــــرق شمال									غــــــرب								
فئات الاتجاه	٨٠-٩٠	٧٠-٨٠	٦٠-٧٠	٥٠-٦٠	٤٠-٥٠	٣٠-٤٠	٢٠-٣٠	١٠-٢٠	٠-١٠	٠-١٠	١٠-٢٠	٢٠-٣٠	٣٠-٤٠	٤٠-٥٠	٥٠-٦٠	٦٠-٧٠	٧٠-٨٠	٨٠-٩٠
نسبتها%	١.٤	١.٥	٤.٥	٥.٦	١١.٣	٢٨.١	٩	٨.٤	٤.٣	-	١٠.٣	٢	٢.٢	١	١	٦.٩	-	٢.٥
مجموع	%٧٤.١									٢٥.٩								

الجدول رقم (٢-١٨) النسب المئوية لأطوال اتجاهات المجاري المائية

المصدر: عمل الباحثة اعتمادًا على خريطة شبكة المجاري.



الشكل رقم (٢-٣٧) وردة لمقارنة اتجاهات المجاري المائية والصدوع

المصدر:إعداد الباحثة

ومانراه في المنطقة من أشكال جيومورفولوجية تدل على عمليات جيومورفولوجية عملت في الماضي، ولا زالت تعمل في صخور المنطقة التي نراها اليوم، وتقسيمنا لهذه الأشكال لايعني أنها نتاج عملية واحدة، بل تم تقسيمها بناءً على النسبة الأكبر لتأثير عملية ما دون غيرها في تشكيل هذه الأشكال ، فالعمليات الجيومورفولوجية تعمل معاً عملاً مشتركًا، وتختلف نسبة التأثير من عملية لأخرى.

الفصل الثالث

٣-١العمليات الجيمورفولوجية

٣-٢ تغير خط الساحل

٣-٣ أساليب التعامل مع أهم آثار هذه العمليات

٣-١ العمليات الجيومورفولوجية:

تشكل طبوغرافية المنطقة عددًا من العمليات الجيمورفولوجية، التي تشير إلى مدى التعقيد في تاريخ عمليات النحت، والإرساب في المنطقة التي مرت بتغيرات مناخية عبر الزمن، وقد اقتصرت هذه الدراسة على العمليات المؤثرة على ساحل المنطقة طبقاً لأهميتها.

وتصنف العمليات الجيومورفولوجية المؤدية إلى نشأة أشكال الأرض وتطورها إلى عمليات باطنية ترتبط بالحركات التكتونية الناتجة عن وجود اضطرابات في توازن طبقات الأرض كالصدوع، والالتواءات، والبراكين، وعمليات خارجية تحدث بفعل تفاعل الأنظمة الفرعية الأربعة للكرة الأرضية: الغلاف الجوي، الغلاف الصخري، الغلاف المائي، والغلاف الحيوي (سلامة، ٢٠٠٤،ص٦٨).

والعمليات الداخلية Endogenous Processes مصدرها باطن الأرض ، ومن هنا جاءت تسميتها بالعمليات التكتونية ، وتؤدي هذه العمليات إلى إحداث تغيرات فجائية أو بطيئة في قشرة الأرض ، وهي المسؤولة وحدها عن تكون المظاهر التضاريسية الأصلية، فهي التي تكون المرتفعات والمنخفضات، وهي التي تسبب الصدوع والأخاديد وتتأثر كل هذه الصور التضاريسية بدورها بمجموعة العمليات الخارجية ممثلة في قوى النحت، والإرساب، فكأن هاتين المجموعتين في صراع أبدي مستمر على مدى الأزمنة والعصور ، إذ بينما تعمل الأولى على تضرس قشرة الأرض وجعل سطحها دائماً أبداً ذي مناسيب متفاوتة ، ونجد أن قوى التحات تدأب على تسوية هذا التضرس وجعل سطح الأرض في صورة سهل منبسط .

والعمليات الخارجية Exogenous Processes وهي التي تؤثر في سطح الأرض بواسطة عوامل الحرارة، والرياح، والمياه الجارية، والمياه الجوفية، والجليد، والكائنات الحية، وتهدف هذه العوامل في النهاية إلى إزالة قشرة الأرض الخارجية، وتسويتها، وتعمل قوى التحات على مر الأزمنة على نحت المناطق المرتفعة، وملء المنخفضات، وتنقسم العمليات الخارجية إلى قسمين: عمليات التخفيض Degradational Processe،وعمليات الإرساب Aggraadational Processe(ابوالعز،٢٠٠١، ص ٨٩-٩٠).

وقد أسهمت العمليات التكتونية التي شكلت أخدود البحر الأحمر، والتي تكونت على أثرها المظاهر التضاريسية الأصلية في المنطقة والتي شملت مرتفعات، ومنخفضات، وصدوعًا، وأخاديد، إذ تعرضت المنطقة لعدة تغيرات خلال الأزمنة الجيولوجية ، فكان الانكسار الأخدودي من أهم الاحداث في الزمن الثالث، والرابع، والتي أعطت تضاريس المنطقة شكلها الحالي، المتمثل في الانحدار التدريجي نحو الساحل، كما ساعدت الفواصل والشقوق بمنطقة الدراسة على تفعيل دور التجوية الميكانيكية الأمرالذي أدى إلى نشاط عمليات التفكك والتساقط الصخري من أعالي المنحدرات وتراكمها عند قواعد المنحدرات، ومن ثم تراجع الأجزاء العليا بتوالي عمليات التفكك والتساقط، وعزلت الأجزاء السفلى عن تأثير التجوية بسبب تراكم المفتتات عليها، كما تسهم الفواصل والشقوق في تنشيط عمليات التجوية الكيمائية والملحية.

ونعرض أهم العمليات الجيمورفولوجية التي تنشط في منطقة الدراسة:

تمت الصورة النهائية لمورفولوجية المنطقة بمجموعة من العمليات الخارجية ممثلة في عمليات التخفيض Degradational Processes، وما تشمله من (تجوية بأنواعها، وانهيارات أرضية، ونحت، وتعرية). وعمليات الإرسابAggradational Processes، وفيما يلي نورد توضيحًا لأهم العمليات التي تنشط على سطح منطقة الدراسة وعلى ساحلها:

٣-١-١ التجوية Weathering:

تمثل التجوية مجموعة العمليات الكيماوية والطبيعية التي تؤدي إلى تحلل الصخور أو المواد الصخرية المعدنية وتفتيتها، وهي عمليات معقدة متداخلة ليست مستقلة، بل ترتبط بكثير من العمليات والعوامل الجيومورفولوجية الأخرى، ولكنها في نفس الوقت تمثل الخطوة الأولى التي تمهد لهذه العمليات كالحت، والترسيب، والانهيارات الأرضية (سلامة،٢٠٠٤، ص١٠٨). وتختلف صخور المنطقة وتتباين في استجابتها لعمليات التجوية، وذلك بحسب فالصخور النارية الجوفية البلوتونية أكثر مقاومة من الصخور المتحولة نظرًا لحداثتها وصلابتها، بينما الصخور المتحولة تتباين ايضاً فالمتحول منها إلى كوارتزيت تكون مقاومة لعمليات التجوية اما المتحولة إلى رخام تكون قابلة للإذابة بشكل كبير، والصخور المتورقة كالشست والنايسهي أكثر عرضة للتجوية والتي تسهل تكسر الصخر وتفلقه.والصخور الرسوبية في تكوين بيض هي الأضعف في المنطقة.

٣-١-١-١ التجوية الميكانيكيةInsolation Weathering:

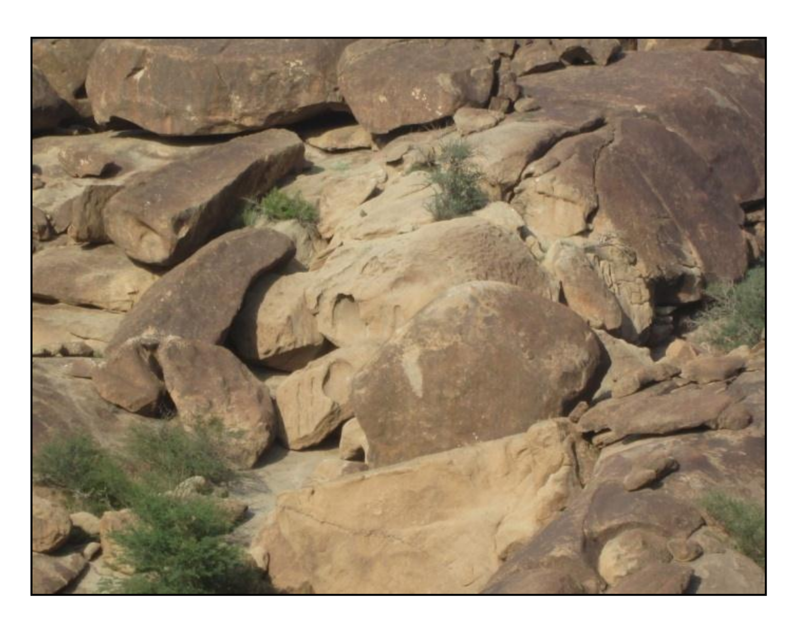
ولقد أظهرت دراسة مناخ المنطقة الحالي أنها تتعرض لمدى حراري كبير، وهذا يوضح ماتتعرض له صخور المنطقة من الإشعاع الشمسي المباشر، فالتسخين يحدث تمددًا في المستويات السطحية للصخور، ولما كانت معظم المعادن المكونة للصخور رديئة التوصيل جداً للحرارة، فإن الضغوط التي يولدها التمدد تتجمع وتتمركز في المستويات السطحية الضحلة، ويحدث نفس التأثير الانكماش بالتبريد في الليل (جودة ،٢٠٠٢، ص٩٣).ومن أهم مظاهر التجوية الميكانيكة المألوفة في المنطقة **التفكك الكتلي Block Disintegration**وهي كتل ناتجة عن تحطيم الأجسام الصخرية نتيجة وجود فواصل، والتي تظهر في جميع أنحاء منطقة الدراسة التي تأثرت بالصدوع التي نتج عنها مجموعة من الفواصل، ويظهر التفكك الكتلي بوضوح على طول امتداد الحافات الصدعية، ووتفاوت احجام تلك الكتل مابين أقل من المتر إلى الثلاثة أمتار المكعبة، الصورة (٣-١)، ترتبط مظاهر التفكك الكتلي غالبًا بأنواع الصخور الجوفية، والجرانيتية، ويظهر أثر التفكك الكتلي في التساقط الصخري للكتل والجلاميد بسبب الانحدارات الشديدة للحافات، وجوانب الأودية، فتؤدي إلى مايعرف بركام السفوح عند أقدام السفوح، وهي ظاهرة منتشرة في منطقة الدراسة، كما يؤدي ارتطامها اثناء سقوطها إلى تحطم أجزاء منها مشكلة مفتتات صخرية، **وتنتشرعملية التقشر Exfoliation** عن طريق التمدد، والانكماش الناشئين عن التفاوت الحراري الكبير، واختلاف المعادن المكونة للصخر في درجات تمددها وانكماشها، وينشأ عن ذلك ضغوط داخلية في الصخر، فيتفكك الصخر تفككًا موازيًا لسطحه، الصورة رقم (٣-٢)،

وتسود عملية التقشر في الصخور النارية، والمتحولة البركانية، والرسوبية، وفي الصخور الجرانتية تتركز عملية التجوية البصلية، و تنتشر الكتل القبابية في وادي الأحسبة، كما **ينشأالانفراط الحبيبي Granular Disintegration** مصاحبًا في مواقع كثيرة لمظاهر التفكك الكتلي، وينشأ الانفراط الحبيبي من تباين ألوان المعادن المكونة للصخر من اختلاف قدرات المعادن على امتصاص الحرارة، والتباين في معامل التمدد الخاص بمختلف المعادن المكونة للصخر (جودة ،٢٠٠٢،ص ١٠١) الصورة رقم (٣-٣)، وتنتشر هذه الظاهرةعلى كل منحدرات الصخورالنارية، والمتحولة، ويظهر أثرها على شكل مخاريط الهشيم التي لاتبقى طويلاً إذ يسهل إزالتها بالماء الجاري عقب زخات السيول الطارئة، مكونة مراوح فيضية عند مخارج الأودية الفرعية، وتعتمد درجة انحدار المخروط على حجم الرواسب، واستدارتها التي يتألف منها، فتكون درجة الانحدار كبيرة كلما صغر حجم المفتتات، وزادت استدارتها، كما هو الحال في الأجزاء الدنيا للأودية الكبرى التي تجري الرواسب الرملية والطينية الصورةرقم (٣-٤)، وتكون درجة الانحدار أقل كلما كبرحجم المفتتات وقلت استدارتها، وترتبط أبعاد المخروط بدرجة انحداره فكلما قلَّ انحداره زادت أبعاده وبالعكس، وتكون المخاريط قليلة الانحدار في مناطق الصخور النارية وماقبل الكامبرية.

٣-١-١-٢ التجوية الكميائية Chemical weathering:

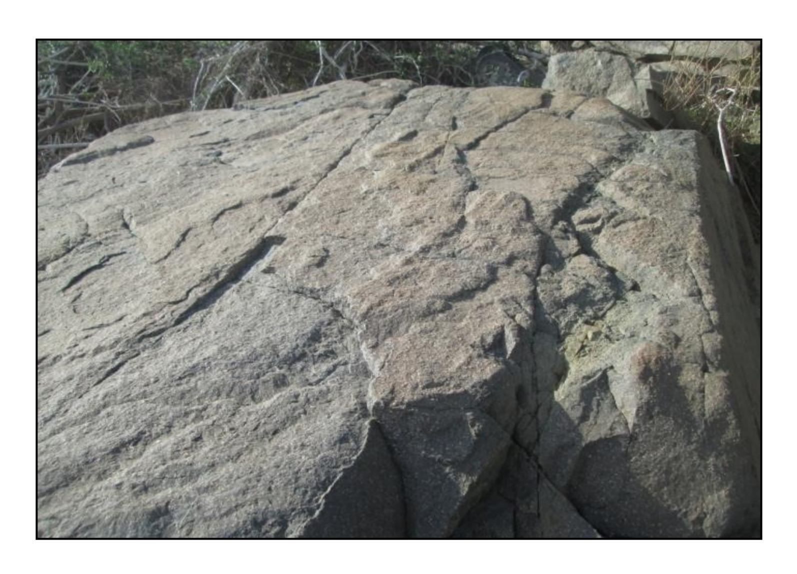
تتضمن التجوية الكيماوية تنوعًا كبيرًا من التفاعلات بعضها بسيط، وبعضها في غاية التعقيد، هذه التفاعلات تعمل على تغيير التكوين الكيماوي Chernical Composition لمعادن الصخور من خلال تغير معادن صخور معينة أكثر استعدادًا من غيرها للتفاعل (محسوب،١٩٩٧، ص ٩٣)، وأن وجود الرطوبة في هواء المنطقة وخاصة في جهاتها القريبة من البحر تنشط التجوية الكميائية عن طريق تحلل بعض مكونات الصخور، ووجود الفواصل والشقوق في صخور المنطقة يسمح بتخلل الماء والهواء داخل الصخور، الأمرالذي يساعد على التجوية الكيميائية. ففي موسم الأمطار تنشط التجوية الكميائية عن طريق التحلل الكميائي فتنتج ظاهرة **التافوني Tafoni أوتجوية الفجوة**، الصورة رقم (٣-٥)و(٣-٦)، بسبب تخلف الرطوبة فيها الأمرالذي يعمل على زيادة التجوية وهي تشبة في نشأتها ظاهرة قرص العسل (كيث والطون ،١٩٩٠، ترجمة ، علي عبدالوهاب شاهين ،ص١٠٠)، وهي منتشرة في كل أنواع صخور المنطقة النارية، والرسوبية، وتكثر في الصخور المصابة بالشقوق، والفواصل، أو الواقعة في الظل الأمر الذي يجعل بالإمكان الاحتفاظ بالرطوبة، ومن ثم مهاجمة الصخر، وتتراوح أبعادها مابين سنتيمترات إلى بضعة أمتار، وتعمل هذه الظاهرة إلى جانب العمليات الاخرى المسؤولة عن التفكك الكتلي، وعمليات التقشر، وتظهر في المناطق السهلية من منطقة الدراسة ظاهرة **ورنيش الصحراء Desert Varnish** والذي ينشأ نتيجة وجود كميات صغيرة من الرطوبة قد يكون في سقوط أمطار عرضية، أو بخارماء انبثق من طبقة صخرية مشبعة بالمياه بواسطة الخاصية الشعرية ويكون محتوياً على أملاح ذائبة تساعد على غزو الصخور وتحللها أثناء مرورها خلال مسامها، ويصحبه تحلل كميائي لداخلية الكتل الصخرية، والجلاميد الضخمة، وإرساب قشرة صلبة على سطحها تسمى ورنيش الصحراء أو طلاء الصحراء (جودة ، ٢٠٠٢،ص١٠٧)، ويتميز بلونه الداكن الذي

يظهر على كافة صخور المنطقة، وغالبًا ماينجم عن تكون ورنيش الصحراء على الصخور عمليات تفكك قشرة الطلاء وانفصالها عن الصخر.



الصورة رقم (٣-١) ظاهرة التفكك الكتلي على سفوح الجبال

المصدر: تصوير الباحثة من خلال الدراسة الميدانية



الصورة رقم (٣-٢)مظاهر التقشرعلى الصخور

المصدر: تصوير الباحثة من خلال الدراسة الميدانية



الصورة رقم (٣-٣) ظاهرة الأنفراط الحبيبي

المصدر: تصوير الباحثة من خلال الدراسة الميدانية



الصوره رقم (٣-٤) مخاريط الهشيم في الأجزاءالدنيا من وادي قنونة

المصدر: تصوير الباحثة من خلال الدراسة الميدانية

٣-١-١-٣التجوية الملحية Salt Weathering:

تنشأ التجوية الملحية بسبب تداخل المياه المالحة في النظم المفصلية بالمناطق الساحلية، وعلى ضفاف البحيرات المالحة، حيث تتسرب المياه، وتتبخر، وتترك ذرات الملح داخل هذه الشقوق فتساعد على تفتيت بعض مكوناته (تراب، ص ١٣٩)، وهي لاتتضمن تغييرًا كميائيًا في المعادن المكونة للصخور، وفي منطقة الدراسة مجموعة من العوامل والظروف التي تساعد على نشأة التجوية الملحية وتطورها:

١- المناخ: تقع منطقة الدراسة ضمن المناطق المدارية، والتي تتسم بارتفاع درجات الحرارة نهارًا وانخفاضها ليلاً، وارتفاع معدلات البخار، وندرة الأمطار، كل هذه العوامل تساعد على نشاط عمليات التجوية الملحية الذي يسببه صعود المياه التي تحوي الأملاح المذابة بواسطة الخاصية الشعرية.

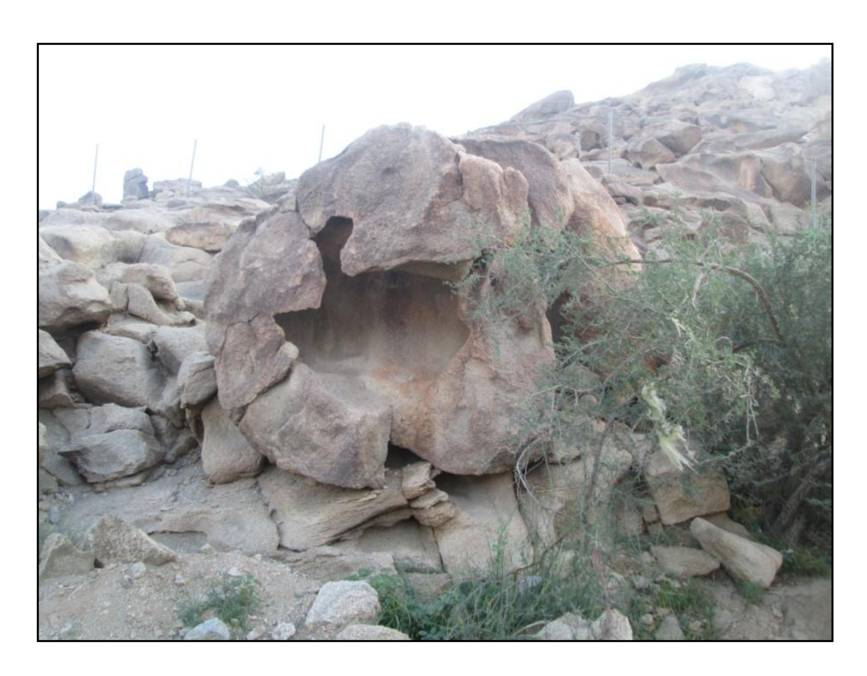
٢- مياة البحر: هي مصدر رئيس للأملاح المشبعة بها أتربة السبخات، أو عن طريق تطاير رذاذ الملح من الأمواج بالقرب من خط الساحل.

٣- السبخات:التربة السبخية هي تربة غنية بالأملاح نتيجة تبخر محتواها المائي مخلفًا وراءه الأملاح المختلفة.

٤- المياه الجوفية: تنشط التجوية الملحية في المناطق القريبة من المياه الجوفية، والتي تختلف من حيث خصائصها الكميائية، ومنسوبها.

ويظهر أثر التجوية الملحية في المنطقة في:

- تقوم الرياح بحمل ذرات الملح، والغبار الملحي Salt ash أثناء مرورها على المسطحات الملحية مثل مياه البحر، والسبخات، وإرسابها على الشقوق والفواصل في الصخر، فيؤدي تراكمها بمرور الزمن إلى تكسر الصخور، وتفككها.
- تتمد البلورات الملحية داخل شقوق الصخر نتيجة ارتفاع درجات الحرارة وارتفاع معدلات التبخر فتؤدي إلى اتساعها، وغالبًا ماتحدث عملية التمدد في مناطق السبخات.
- تمتص بلورات الملح المترسب داخل الشقوق الرطوبة، فتكبر أحجام البلورات، وتتمدد فيحدث تميؤ الأملاح SaltHydration، فيؤدي إلى مزيد من الضغوط Stressesعلى الضخرمما يؤدي إلى تفككه. ويشارك هذا النوع من التجوية في تكوين ظاهرة فجوة التجوية في صخور منطقة الدراسة.



الصورة رقم (٣-٥) ظاهرة تجوية الفجوةمصحوبة بتفكك كتلي

المصدر: تصوير الباحثة من خلال الدراسة الميدانية



الصورة رقم (٣-٦) ظاهرة تجوية الفجوة على سفوح الجبال

المصدر: تصوير الباحثة من خلال الدراسة الميدانية

٣-١-١-٤ التجوية الحيوية Biotic Weathering:

تقوم الأحياء النباتية بدور في عمليات التجوية في المنطقة، فيوجد في المنطقة كثير من الشجيرات والنباتات، والحشائش التي تنتشر في بطون الأودية على سفوح الجبال، وفي المنطقة السهلية خاصة بعد سقوط الأمطار، فتضرب بجذورها في داخل الكتل الصخرية عبر الفواصل، والشقوق، فتعمل على توسيعها وتكسرها، الصورة رقم (٣-٧)، كما أن هبوب الرياح يجعل سيقان الشجيرات تتمايل فتخلل التربة، وتعرضها للتكسر، والسقوط، وتقوم الكائنات بحفر جحورها في الصخور، أو تشق أنفاقًا، أو تبني ربًا وأكوامًا من الأتربة، وتعمل الديدان على تفكيك التربة وتقليبها وتحلل المواد العضوية وغير العضوية فيها.

أيضًا الحيوانات والنباتات لها دور في عملية التجوية الكميائية من خلال عملية التحلل العضوي Chelation، وهي تتضمن تكوين أحماض عضوية من النباتات المتعفنة، وهي ذات تأثير كبير على إمكانية بعض العناصر المعدنية (محسوب،١٩٩٧، ص٩٧).

وللإنسان في المنطقة دور فعال كعامل تجوية، فالتوسع العمراني بحاجة لمواد بناء من حصى، ورمال، وشق الطرق على سفوح الجبال، والمناطق السهلية، وكل ذلك أسهم في الانهيارات والانزلاقات، كما يؤدي حرث المزارع إلى تجوية التربة، وتفككها. ونفس الشي ينطبق على قطع الأشجار للاحتطاب وغيره، وخاصة على مناطق السفوح ممايعمل على عمليات غسل كلي للسفوح وإظهار السطح الأصلي، ومن ثم فإن قطع الأشجار لايقلل فقط من عمليات تفكك الصخر، وإنما يقلل ايضًا من ذوبان الصخور، وتطوير التربة الذي تقوم به البكتيريا.

٣-١-٢ الانـهيارات الارضية Mass Wasting:

تتضمن الانهيارات الأرضية مجمل العمليات نقل المواد الصخرية باختلاف أحجامها (جلاميد، وكتل صخرية، وهشيم، وترب ناعمة) بتأثير قوة الجاذبية الأرضية Gravity كعامل رئيس، ويمكن أن تتدخل عوامل أخرى، كالماء في تسهيل عمليات النقل، لكنها تبقى عوامل مساعدة أو ثانوية (سلامة،٢٠٠٤، ص١٥١)، ومن خلال الجولة الميدانية يتضح أن مظاهر الانهيالات المتمثلة في زحف ركام الصخور Talus Creep،وزحف صخري Rock Creep،وانزلاق أرضي Land Slides تنتشرفي المجاري العليا للأودية، وتتلاشى في المجاري الدنيا للأحواض. وهي بذلك تسهم في تراجع السفوح في الأجزاء العليا من الأودية.

وعمليات التجوية هي الخطوة الأولى للانهيارات في أحواض المنطقة، وقد تعرضت صخور المنحدرات الشديدة إلى تضافر عمليات تجوية مع انهيلات أرضية ممانجم عنها نشأة مخاريط الهشيم، وتساقط الكتل، وزحف الصخور على طول السفوح المتأثرة بالشقوق، والفواصل، والتي تعرضت لسقوط أمطار فجائية وسيول تسهم في عمليات في تفكيك التربة وجرفها، ولندرة الغطاء النباتي في بعض المناطق دور في زيادة الانهيلات الأرضية، وإزالة رسوبيات السفوح وركاماتها، وتعرية صخورها الأصلية.



الصورة رقم (٣-٧) جذور النباتات في الصخور كمظهر للتجوية الحيوية

المصدر: تصوير الباحثة من خلال الزيارة الميدانية

٣-١-٣ العمليات النهرية:

٣-١-٣-١ النحت المائي:

تشير الظاهرات الجيمورفولوجية المرتبطة بالشبكة أنها ناضجة، تضيق المجاري في المنابع في العليا، وتتسع المجاري نحو المصب وتكون مدرجات نهرية على جانبي المجاري الرئيسة، والأكواع النهرية، والخوانق، كماتشير المجاري الدنيا إلى توقف نمو الشبكة وتطورها، وظاهراتها الجيومورفولوجية بسبب ظروف المناخ الحالي.

سبق وأن أشرنا إلى أن الشبكة النهرية في المنطقة هي أرث مناخ قديم، لذا هي تشبه من حيث ظاهراتها الجيومورفولوجية شبكات الأنهار الدائمة الجريان، وتشمل حفر مجاري عميقة ومتعرجة، وبناء مدرجات وشبكة روافد، وتختلف عمليات النحت في أجزاء مجاري الأودية، ففي الأجزاء العليا ينشط الحت التراجعي لتوفر الانحدارات المناسبة، والسفوح، والصخور، وفي الأجزاء الوسطى ينشط الحت الرأسي في قيعان الأودية، وتتكون المدرجات النهرية، وفي الأجزاء الدنيا التي يقل فيهاالانحدار، وينخفض السطح تقل عمليات النحت.وفي الوقت الحالي تتعرض المنطقة بين الحين والآخر لتجمع مياه السيول الغزيرة بعد سقوطها، وجريانها، فتحمل معها المفتتات الناتجة عن عمليات التجوية، وتقوم بعمليات نحت بعدة طرق وهي:

١- التحطيم الميانيكي للصخور بفعل المياه Hydraulic Action:

وذلك من خلال قدرة الماء الجاري على نحت الصخور، وتفتيتها، نتيجة لسرعة جريان المياه، واندفاعها حاملة معها المواد الصخرية المفتتة التي تنتج عنها نحت قيعان المجاري المائية، وهذا ما لاحظته الطالبة من أن تركيز الجريان السيلي في مجاري محددة يعمل السيل فيها على نحت القيعان، وتكوين قنوات سيلية.

٢- النحت بفعل المياة وماتحملة من مفتتات corrosion:

من خلال الدراسة الميدانية لوحظ أن الجلاميد المستديرة، والحصى، والرمال مختلفة الأحجام تنتشر على قيعان مجاري الأودية وجوانبها؛وتعمل على نحت قاع المجاري وجوانبها نتيجة احتكاكها بصخورها فتعمل على تفتيتها وإضعافها، ووتتنوع أحجام هذه المفتتات مابين صغيرة الحجم التي يمكن نقلها مسافات طويلة وكبيرة الحجم التي تحركها المياه بضعة أمتار أثناء حدوث السيول.

٣- النحت بواسطة الإذابة والتحليل الكميائي Solution and Corrosion:

تظهر عمليات التحلل الكميائي بوضوح عند مرور مجرى مائي فوق صخور متباينة في تركيبها الصخري وصلابته حيث تعتبر عملية التحلل الكميائي هنا من أهم القوى التي تسهم في تشكل قيعان المجاري.

٣-١-٣-٢ الإرساب:

يحدث الإرساب المائي عندما تقل طاقة الجريان المائي نتيجة نقص الانحدار، ويصبح الماءعاجزًا عن نقل المفتتات بالإضافة إلى النقص في كميات الجريان؛ نتيجة التسرب في الصخور.وتعكس طبيعة الإرسابات الطميَّة تأثرها بفترات البلاستوسين في الأودية، وفي الدلتاوات، وتكاد تنحصر إرسابات الهولوسين في مجاري ضيقة محدودة في منطقة الدراسة.

وقد تحكمت مجموعةعوامل في الإرساب، فالظروف المناخية الجافة، وتوقف الجريان فترات طويلة. أدى اإلى نقص الإرساب من الأودية، وهو ماتشير إليه الخصائص المورفومترية للأحواض وشبكاتها، وقد دعا (Schumm،1977) إلى صياغة علاقة عكسية بين مساحة حوض التصريف، وكمية الرواسب على عكس المتوقع، وقد أرجع ذلك إلى القدرة الكامنة Potential Power للحوض للاحتفاظ بالرواسب التي تزيد بزيادة مساحة الحوض (متولي، ٢٠٠١، ص٢١٢).

وبالرغم من أن الفيضانات الفجائية تعمل على تطوير سريع لبعض الأشكال المورفولوجية الإرسابية في منطقة الدراسة، وخاصة في بطون الأودية مثل: الجزر الإرسابية، والمراوح الفيضية، ولكن هذه السيول شبة الموسمية لا تصل إلى مصبات الأودية إلا نادرًا، إضافةً إلى غطاء نباتي طبيعي في بطون مجاري الأودية، وحقول زراعية على ضفاف الوادي في المنطقة السهلية خاصة، والتي يقوم أصحابها ببناء سدود ترابية (عقوم) لتحويل مياه الأمطار ناحية مزارعهم، وقيام السدود مثل: سد المخواةغرب مدينة المخواة، وسد وادي الجناح أحد الروافد العليا لوادي قنونة، وسد وادي قنونة بالقرب من سبت الجارة، أدى بدروه إلى انخفاض كبير في الترسيب في مجاري الأودية الكبرى ومصباتها، ويرى (Morris،Fan،2009) إن السدود تهدد النظم البيئية الساحلية، مع مرور الزمن، وهذا يؤدي إلى تآكل المنطقة الساحلية، فتكون الشواطئ غير قادرة على تجديد ما تآكل منها بسبب الأمواج، وهو مايحدث لدلتا النيل التي توقفت عن النمو في البحر بسبب السد العالي الذي يحجز أمامه الرواسب (جودة،٢٠٠٤،ص١٦٨) .

وتعيد الرياح في مواسم هبوبها توزيع الرواسب المكدسة في الأودية بالمنطقة، فتكوِّن مظاهر إرسابية كالنباك، والكثبان الرملية، أو ترسبها فوق الألسنة، والجزر الطينية.

٣-١-٤ العمليات الساحلية:

٣-١-٤-١الأمواجWaves:

تنقسم الأمواج إلى أمواج قصيرة تقل عن ٢٠ ثانية لكل موجة تقريبًا، وأمواج طويلة تتراوح فتراتها الزمنية بين (٣٠-٤٠) ثانية تقريباً (أبورية ،٢٠٠٧، ص١٦٨) وعليه فإن الأمواج في المنطقة ضمن الأمواج القصيرة فبلغ تردد الموجة من خلال الملاحظة الميدانية ٨ ثواني عند ساحل مدينة القنفذة.

وتم تصنيف الأمواج حسب مقياس بيوفورت الدولي إلى مجموعات مختلفة تبعًا لاختلاف سرعتها، وارتفاعها، وشكلها كما يتضح من الجدول رقم (٣-١)، ومنه يتضح مايلي:

- يصل ارتفاع الأمواج في منطقة الدراسة مابين أقل من المتر، والمتر ونصف ، وقد ترتفع في فترات العواصف إلى أكثر من ذلك.
  تتفاوت نسب ارتفاع الأمواج في المحطتين، وفي منطقة الدراسة الواقعة في المنتصف بين المحطتين، ويرجع هذا إلى التفاوت في سرعة الرياح، والأمواج من خلال الجدول هي أمواج متقدمة، وهذا النوع من الأمواج يرتبط بالأمواج الناتجة عن رياح تتميز بقصر فترتها خاصة عندما تهب في اتجاه حركة الموجة، وتبدو مقدمتها مغطاة برغاوي البحر foamوالفقاعات المائيةbubbles بسبب اضطرابها، ومن أهم خصائصها أنها تفقد طاقتها تدريجيًا حيث تتقدم إلى الأمام نحو الشاطئ الذي عادة مايتميز بقلة انحداره وبتكويناته الرملية الناعمة، وهي عادة من الأمواج البنائية التي تعمل على الإرساب عندما تنسكب مقدمتها كفرشة رغوية متسعة (محسوب ،١٩٨٦م ،ص٩٥)، وقد ساعد على إضعاف الأمواج وجود حواجز وجزر من الشعاب المرجانية بالإضافه إلى أطر مرجانية تمتد موازية لخط الشاطئ، الأمر الذي يجعلها بمثابة مصدات للأمواج التي تتكسر فوقها قبل الوصول لخط الشاطئ، وضحولة المياه بالقرب من الساحل، إضافة إلى ضيق المسطح المائي للبحر الأحمر، والذي يسهم عامةً في إضعاف حركة الأمواج فيه بشكل عام، وهي تعتبر من المناطق ذات السواحل المحمية، ومن نتائج هذه الحماية تجمع الرواسب الطميَّة على الشواطئ، ولذلك تكثر على مثل تلك السواحل السبخات، والمسطحات المدية، كما تتعرض هذه الأمواج للانحراف waves refraction.

المحطة	الفصل	متوسط سرعة الرياح بالعقدة	متوسط ارتفاع الموج بالمتر	وصف الموجة
جـــدة	الشتاء	٧	٠.٥ - ١	خفيفة
	الربيع	٧	٠.٥ - ١	خفيفة
	الصيف	٧	٠.٥ - ١	خفيفة
	الخريف	٦	٠.٢ – ٠.٥	هادئة
	السنوي	٦.٩	٠.٥ - ١	حفيفة
المظيلف*	الشتاء	٦.٨	٠.٥ - ١	خفيفة
	الربيع	٨.٥	٠.٥ - ١	خفيفة
	الصيف	٩.٧	٠.٥ - ١	خفيفة
	الخريف	٧.٨	٠.٥ - ١	خفيفة
	السنوي	٨.٢	٠.٥ - ١	خفيفة
جـــازان	الشتاء	٦	٠.٢ – ٠.٥	هادئة
	الربيع	٦	٠.٢ – ٠.٥	هادئة
	الصيف	٦	٠.٢ – ٠.٥	هادئة
	الخريف	٦	٠.٢ – ٠.٥	هادئة
	السنوي	٦	٠.٢ – ٠.٥	هادئة

*لم تتوفر لمحطة المظيلف بيانت سرعة الرياح سوى٧سنوات لبعض الأشهر و٨ سنوات لبعضها الآخر من ٢٥سنة

الجدول رقم (٣-١) تصنيف الأمواج وفق مقياس بيوفورت

المصدر: عمل الباحثة اعتمادًا على بيانات سرعة الرياح في محطة جدة، والمظيلف، وجازان

٣-١-٤-٢ المد والجزرHigh Tide and Low Tide:

المد والجزر في البحر الأحمر هي حركة محلية، شبه يومية ويتوالى حدوث المد والجزر عكسيًا عند كلا طرفي البحر الأحمر، وقد توافرت بيانات المد والجزرعن المنطقة بشكل تفصيلي من محطات شركة أرامكو في جدة، وجازان.

المحطة	أقصى مد (سم)	أدنى مد(سم)	أقصى جزر(سم)	أدنى جزر(سم)	المدى(سم)
جـــدة	٦٤	٢٢	٤٧	١	٦٣
جـــازان	١٥٢	٧١	٧٥	٢	١٥٠

جدول (٣-٢) خصائص المد والجزر

المصدر: من حسابات الباحثة اعتماد على بيانات وحدة المسح الهيدروغرافية لعام ٢٠١٣م، شركة ارامكو السعودية

من خلال الجدول (٣-٢) يتباين مدى المد بين شمال المنطقه في جدة حيث بلغ (٠.٦٣ م) وفي جازان في الجنوب بلغ (١.٥ م)، ومن المتوقع أنه يبلغ في منطقة الدراسة الواقعة في منتصف المسافه بين جدة وجازان (١.٠٦م)، ويصاحب حركة المد تكون تيارات أفقية، عمودية على الشعاب المرجانية، ويظهر دور التيارات المدية في نحت القنوات المدية، وتكوين السبخات الساحلية، كذلك تسهم في تفتت الصخور الواقعة في نطاق المد والجزر من خلال مساعدة عمليات التجوية المائية Water layer Weathering في ممارسة عملها.

وقد أشار (Edward.J, 1987) إلى أن سرعتها بالبحر الأحمر تتراوح بين ٦-٧ عقدة، وإن كانت تتغير تبعًا للخصائص الطبوغرافية للقاع، واختلافات اتجاه الرياح المحلية وسرعتها (خطاب،٢٠٠٧،ص١٨١).

٣-١-٤-٣ التيارات البحريةMarine currents:

التيارات البحرية عبارة عن حركة الكتل المائية عبر المسطحات المائية، والتي يعزى حدوثها لعدة أسباب منها، تباين الخصائص الطبيعية، والكميائية للمياه، وكذلك تسهم الرياح ودوران الأرض، وجاذبية الشمس، والقمر وشكل السواحل، وامتدادها في الثأثير على اتجاه مسارات التيارات البحرية (جودة،١٩٩٨، ص ١٨٦).

وتتفاوت نسبة الملوحة، ودرجة الحرارة بين شمال البحر الأحمر، وجنوبه، الأمرالذي يعمل على حركة التيار الطولي فيه، ففي الشتاء تتجة المياه السطحية المرتفعة الحرارة قليلة الملوحة من خليج عدن إلى البحر الأحمر، يقابلها ارتفاع متوسط تيار راجع أو مضاد أكثر برودة مرتفع الملوحة، وفي الصيف تخرج المياه السطحية باردة مرتفعة الملوحة من البحر الأحمر نحو خليج عدن يقابلها تيار متوسط العمق وأقل ملوحة يتغلغل داخل البحر الأحمربعض مئات من الكيلومترات (عبده، جاد الله ،١٩٩٧م، ص ٣٨٤).

وتتأثر منطقة الدراسة بالمياه المتحركة من باب المندب، وخليج عدن، والمتجهة شمالاً، وقد أوضح (البارودي ١٩٩٧،ص١١) أن المياه تتحرك خلال فصلي الشتاء والربيع من خليج عدن عبر باب المندب ، وتكون مدفوعة بالرياح الموسمية الجنوبية الشرقية، وتبلغ سرعتها٣٠سم/ ٦٠سم /ث ،وتجدر الإشارة إلى أن التغيير السنوي في مستوى سطح البحر قد يصل إلى ٣٦ سم بين فصلي الشتاء والصيف ، ويحدث الانخفاض صيفاً نتيجة لكل من التبخر صيفاً وخروج التيارات سطحية إلى خليج عدن ، بينما يحدث الارتفاع شتاءً لقلة التبخر ودخول تيارات سطحية لهذا البحر (البارودي ،١٩٨٩،ص٢١). وقد أشارت دراسة (منباري ،١٩٩١) إلى عدم المبالغة في دور التيار الساحلي وقدرته على نقل المفتتات وترسيبها على طول الساحل لضعف التيار ذاته، وأن العمل الرئيسي لهذا التيار ينحصر في حركة المواد التي لايزيد حجمها عن الرمل لأن التيار الساحلي الطولي يوزع طاقتة في نطاق عريض على طول الساحل، وتقل حدوده الخارجية في نطاق التكسير على الشاطئ البعيد (الدالي .٢٠١٢، ص٤٩).

وينحصر دور التيارات البحرية في المنطقة في إعادة توزيع الرواسب على الساحل، وخاصة الرمال الناعمة التي تتراوح أحجامها بين (٠.١ مم – ٠.٥ مم)، والتي تنقلها التيارات البحرية عندما تزيد سرعتها عن ١٥ سم / ثانية (p.35،2008، E،Bird)، ولاتقلل الباحثة في هذه الدراسة من أثر التيار الطولي على المدى البعيد.

٣-١-٤-٤ الشعاب المرجانية Coral Reef:

تصنف سواحل البحر الأحمر ضمن السواحل المرجانية coral reef coasts؛وذلك لامتداد الشعاب المرجانية على طول سواحله، وساحل المنطقة خاصة يتميز بغزارة نموالشعاب المرجانية

وتنوعها الذي يشمل مختلف الأشكال المرجانية، إضافة إلى الاتساع الكبير للنطاق الساحلي الذي تنمو فيه هذه الشعاب (البارودي ،١٩٩٧،ص١٨)؛ وذلك نظرًا لتوفر الظروف البيئية الملائمة لنموه، وتكمن أهمية المرجان من وجهة النظر الجيومورفولوجية في طريقة تكوينها للتراكيب التي تأخذ أشكالاً ساحلية متعددة ومختلفة في خصائصها وأبعادها، مثل الأطر المرجانية fringing، والحواجز المرجانية coral reef barrier، ومسطحات الشعاب reef flat وغيرها، ويدل وجود الأطر المرجانية أمام ساحل المنطقة على انخفاض الترسيب من أودية منطقة الدراسة، فالطين الذي تقذفه الأودية يمنع نمو المرجان (البارودي ، ١٩٩٧،ص٣٠)، وتقوم الشعاب المرجانية بدور مهم في حماية الساحل؛ حيث تتكسر عليها الأمواج القادمة من عرض البحر، فكلما زاد عرضها، وقلَّ عمق المياه فوق هذه الشعاب ساعد ذلك على عدم تأثر الساحل بعمل الأمواج، ويتراوح عرض الأطر المرجانية أمام ساحل المنطقة من ٠.٢٢ إلى ٢.٢٥ كم، إضافة إلى أنها تمثل مأوىً لكثير من الكائنات الحية التي تقوم بعملية النحت البيولوجي.

٣-١-٤-٥ الإذابةSolution:

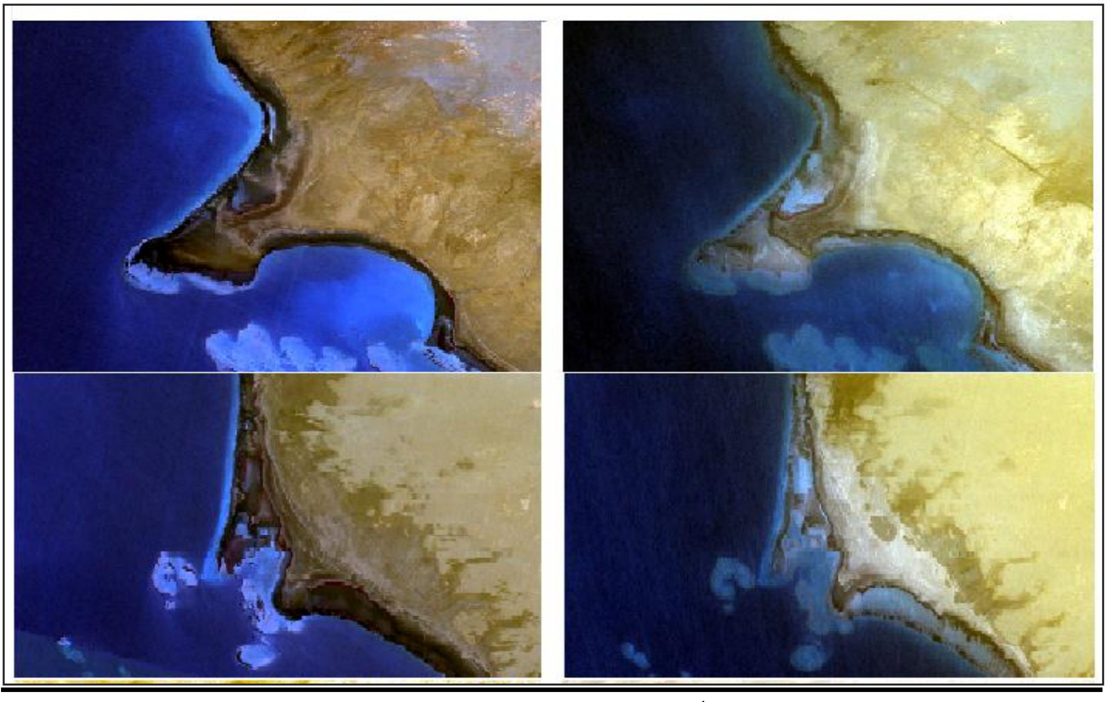
يخضع الدارسون الإذابة لتفسيرات كثيرة، إذفُسرت على أنها قدرة المياه على إذابة ثاني أكسيد الكربون من الهواء تزداد بتناقص درجة الحرارة، ولذلك تساعد برودة المياه أثناء الليل على زيادة حامضية المياه، وبالتالي تزيد قدرتها على إذابة الصخور خاصة ذات المحتوى الجيري (جودة، ١٩٩٨، ص ٢٩٤)، ولكن كان التفسير الأقرب إلى الصواب يكمن في الاختلاف اليومي في محتوى الماء فيثاني أكسيد الكربون؛ نتيجة لنشاط الطحالب المائية، فهذه العضويات تمتص ثاني أكسيد الكربون من الماء أثناء النهار للقيام بعملية البناء الضوئي، ويؤدي هذا النقص في ثاني أكسيد الكربون إلى ترسيب البحر لكربونات الكالسيوم التامة الانفصال،وغالبًا ماتقوم الأمواج بنقل تلكالمواد المترسبة، حتى إذا جاء الليل طردت الطحالب ثاني أكسيد الكربون الأمر الذي يترتب عليه زيادة عظيمة في حموضة مياه البحر التي لايقتصر تأثيرها على مجرد إعادة إذابة المواد التامة الانفصال التي ترسبت أثناء النهار، بل تتعدى ذلك إلى التأثير الكيميائي على الصخر نفسه. (ب.د. سياركس، ليلى عثمان ص٢٥٥، ١٩٧٥)

وقد ذكر ديبرات J.M. Debrat أن للعامل الكيميائي لماء البحردورًا ثانويًا في الذوبان، وذكر أن العامل البيولوجي المتمثل بالتأثير المباشر للكائنات النباتية والحيوانية التي تعيش في المنطقة الساحلية دائمة البلل، والجفاف بماء البحر. ويؤكد ديفز J.L. Davies أن كثيرًا من الكائنات الحيوانية تستمد غذاءها من الصخر نفسه، بينما يرى ستيرز J.A. Steers أن المياه السطحية العذبة للبحر قد قامت بالدور الأكبر في عملية الإذابة، وما تزال تفعل.(البارودي، ص٥٥،١٩٩٨م)

ورأي ستيرز لاينطبق على منطقة الدراسة، فكما هو معروف فإن المنطقة تعاني من شدة الجفاف، وقلة أمطار، وعدم وجود مياه عذبة دائمة تصب في المنطقة، ويمكن الاعتماد على أثر العامل الكميائي والعامل البيولوجي في تفسير الذوبان في المناطق الساحلية. ولمعرفة دور**العامل الكميائي** فتشير دراسة توصل إليها فايربردج Fairbridge ١٩٤٦، من أن هبوط درجة الحرارة من ٣٠ درجة إلى ١٥ في ماء يحتوي ٤٠/ في الألف من كلور الصوديوم يؤدي إلى زيادة في كمية غاز

الكربون المذاب تصل إلى ٤٩% (البارودي ، ١٩٨٣، ص١٧٣)،وفي محطة جدة الساحلية يصل المدى الحراري اليومي صيفًا إلى ٣٢° ،وفي الشتاء يصل إلى ٢٧.٢°، وفي محطة المظليف المدى الفصلي في الصيف ١٠°، وفي الشتاء ٩.٦°، أما الملوحة فمن المعروف أن مياه البحر الأحمرتُعد من أكثر المياه ملوحة بسبب ارتفاع معدلات البخار مابين ١٨٣و٢١٥ سم للعام، وبهذا تتفوق على معدلات التساقط (عبده،جاد الله،١٩٩٧م،ص٣٨٦)، وذكر (البارودي ،١٩٩٧) أن في البحر الأحمر تزداد الملوحة من الجنوب إلى الشمال حتى تصل إلى ٤٠بالألف في أقصى الشمال، ويبلغ متوسط ملوحة البحر الأحمر ٣٧ في الألف (الاماره،السعد،خلف،٢٠٠٨،ص٢٣)، وهذه القيم متقاربة إلى حد ما مع دراسة فايربردج، بالإضافة إلى أن البرك الموجودة على لسان دلتا وادي الأحسبة تتأثربدرجة حرارة الجو، وبالتالي تزيد برودتها ليلاً، كما تتأثر بحركة المد اليومية الأمرالذي يقلل من الملوحة الناتجة عن كمية البخر، ونفس الأمر ينطبق على المياه الساحلية الضحلة، ممايزيد من الحموضة على حساب الملوحة، وبالتالي نشاط لعملية ذوبان الحجر الجيري.

اما عن دور**العامل البيولوجي** يشير Trudgill في دراسته عن فجوات الأمواج في نطاق المد بسواحل الحجر الجيري المدارية بحلقة ألدبرات المرجانية Aldabra Atoll أن الفعل البيولوجي يعد مسؤولاًعما يزيد على ٥٠% من تطور الفجوات؛ وذلك في المواضع التي تختفي فيها نحت الأمواج (خطاب، ٢٠٠٧،ص١٨٤)، وتوجد في المنطقة عدد من الكائنات النباتية والحيوانية التي تكثر بالشعاب المرجانية، ويعتبر وجودها دليلاً على الإذابة والتي تتباين على حسب توزيعها والظروف المساعدة لها على النمو، ومن خلال ماسبق نجد أن العامل الكميائي والبيولوجي يعملان جنباً إلى جنب في عمل الإذابة على ساحل المنطقة شكل رقم (٣-١).

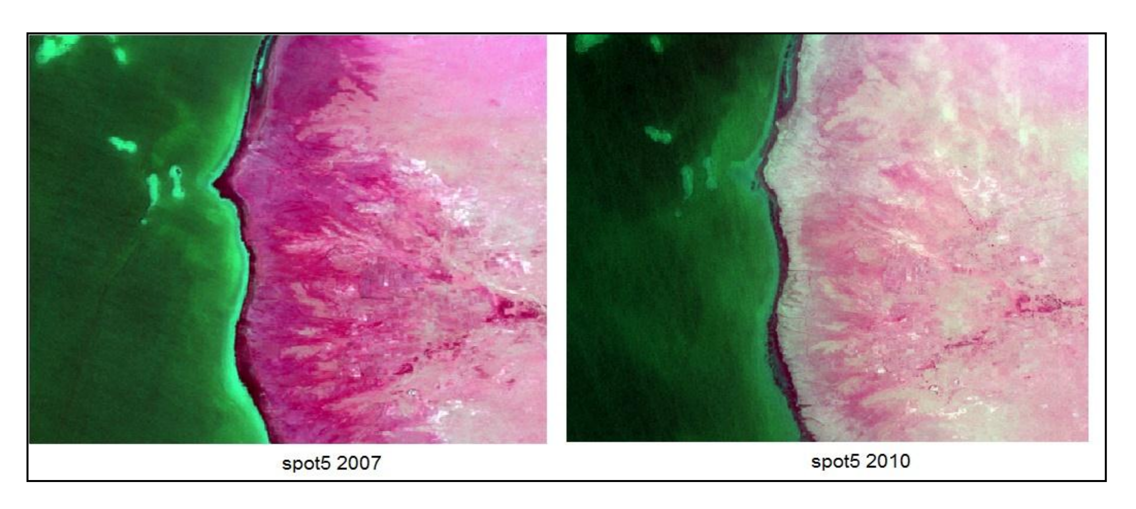


الشكل رقم (٣-١) توضح الإذابة في مناطق الألسنة بين عامي ٢٠٠٧ و٢٠١٠المصدر: الصور الفضائية للقمر الصناعي spot5

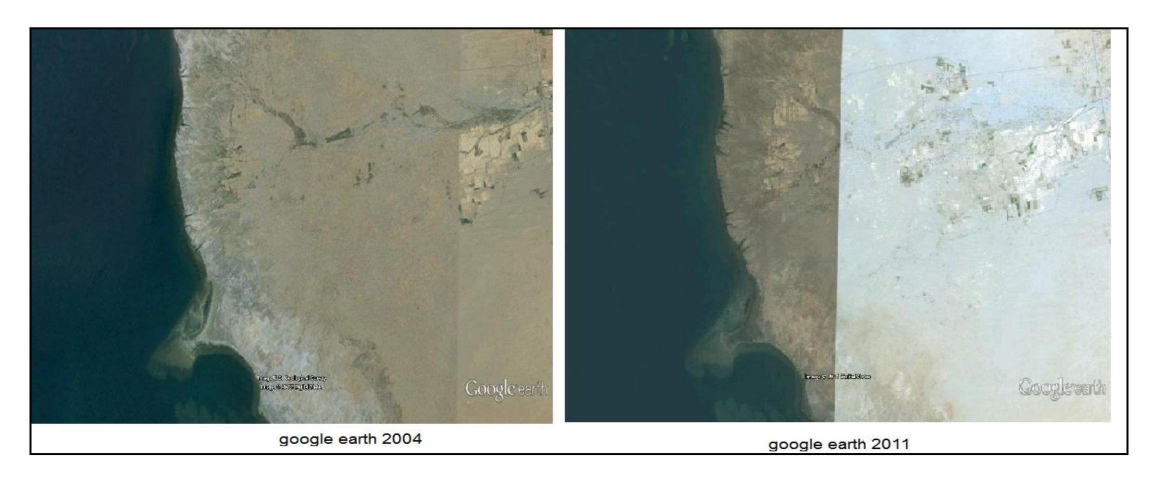
٣-٢تغيرخط الساحل:

عند رسم خط الساحل لعمل المقارنة اعتمدت الباحثة صورة واحدة حديثة (٢٠١٠)، حيث أنها تضم كامل المنطقة، واعتمدت أساسًا للتصحيح الهندسي، وصورتين بتاريخ أقدم للمنطقة مجزأتين للساحل، فالجزء الشمالي من الساحل أقدم صورة له عام ٢٠٠٧، ويضم الدلتا الشمالية، والذي يظهر المنطقة متراجعة بمعدل (١٩.٥م) والإرساب بمعدل (٢.٩م)، ولم تحصل الباحثة على بيانات المد والجزر لنفس التواريخ الملتقطة بها الصورلتفسير معدل التراجع الكبير الشكل رقم (٣-٢) وعلاقته بحالة البحر أثناء التقاط الصور، وتوضح الصور كلها سواءً من سبوت أومن قوقل ايرث أن هناك تراجعًا في الدلتا الشمالية لوادي الأحسبة، واللسان الممتد منها وزيادة في حجم القنوات المدية الشكل رقم (٣-٣)، وبالنسبة لاعتمادنا على نتائج المقارنة في الجزء الشمالي باعتباره دليلاًعلى مقدار تراجع الساحل يضعف أمام مشكلة، وهي أن في الجزء الجنوبي نلاحظ من الشكل (٣-٤) أن هناك قنوات مدية كانت تظهر في عام ٢٠٠٥ وتختفي في عام ٢٠١٠ ثم تظهر كبيرة جدًا في عام ٢٠١١، وقد تكون المنطقة والقنوات المدية تأثرت في عام ٢٠١٠ بسيول طمست القنوات ثم عاد البحر ليشقها مره أخرى، ولم تتمكن الباحثة من الحصول من أي جهة رسمية على تواريخ موثقة لحصول سيول بالمنطقة، أما الصور من قوقل ايرث تظهر وكأن هناك إرسابًا قاريًا في الدلتا الجنوبية لعام ٢٠١١ الشكل رقم (٣-٥)، وهنا يظهر أن صورعام ٢٠١١ في سبوت وقوقل ايرث تختلف فواحدة تظهر تآكلاً والأخرى تظهر إرسابًا، وعند مقارنة الجزء الجنوبي من صورة عام٢٠٠٥ و٢٠١٠يظهر أن الإرساب سائد في المنطقة، فمعدل التراجع في هذا الجزء بلغ (٠.٧٦ م) ومعدل الإرساب(١٥.٤م) بعد عزل المناطق المردومة عند خط الساحل، والتي قامت طرق ومنشأت عليها، أما معدل الإرساب بالمناطق المردومة معًا يساوي (٢٣.٤٤م).

إن هذه الطريقة لاتمكننا من الجزم على مدى التغيير الحاصل على ساحل المنطقة، فهي ليست مجدية على الأقل في الوقت الحاضر لا من حيث المدة الزمنية القصيرة جدًا الفاصلة بين تاريخ التقاط الصور، ولا من حيث توفر بيانات المد والجزر لحالة البحر أثناء التقاط الصور.

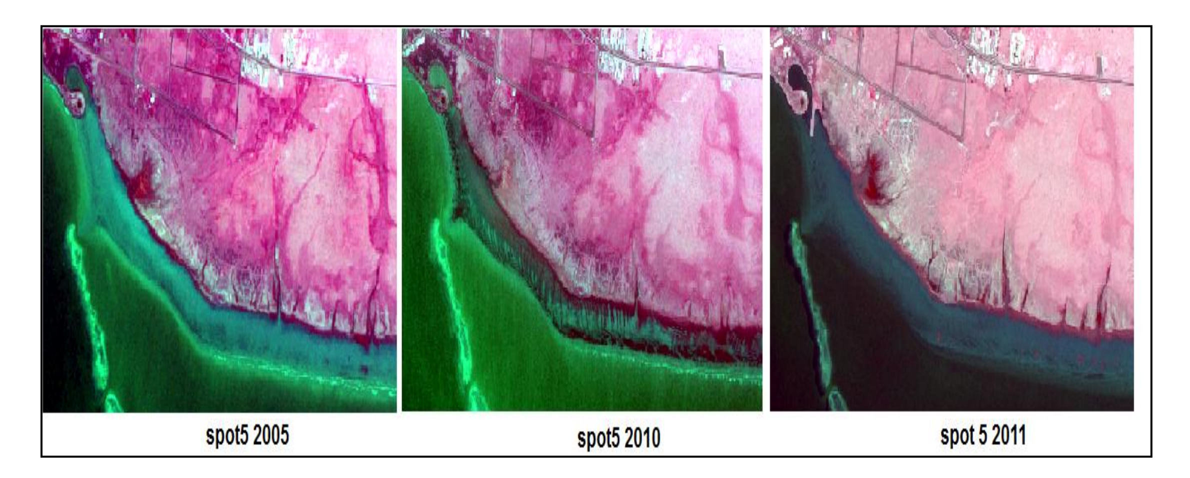


الشكل رقم (٣-٢) التراجع في منطقة دلتا وادي الأحسبة في الجزء الشمالي بين عامي ٢٠٠٧ و٢٠١٠المصدر: الصور الفضائية للقمر الصناعي spot 5



الشكل رقم (٣-٣) ظهور قنوات مدية على ساحل دلتا وادي الأحسبة في الجزء الشمالي عام ٢٠١١

المصدر: الصور الفضائية من Google Earth



الشكل رقم (٣-٤) يظهر التغيير في القنوات المدية جنوب مدينة القنفذه في الدلتا الجنوبية في الجزء الجنوبي بين الأعوام ٢٠٠٥ و٢٠١٠ و٢٠١١

المصدر: الصور الفضائية للقمر الصناعي spot5



شكل رقم (٣-٥) دلتا وادي قنونة (الدلتا الجنوبية) تظهر إرساب في عام ٢٠١١ في صور Google Earth

المصدر: الصور الفضائية من Google Earth

٣-٣أساليب التعامل مع ايجابيات العمليات النهرية والساحلية وسلبياتها:

ترتبط بالعمليات الجيمورفولوجية آثار ملموسة وهي إما سلبية أوإيجابية، وأهم الآثارهي:

٣-٣-١ السيول:

شهدت المملكة العربية السعودية في الفترة الاخيرة كوارث السيول كغيرها من دول العالم؛ ذلك في مناطق كثيرة، ومنطقة تهامة تستأثر بأكثر كمية سيول في المملكة؛ ولأنه يجري بها عدد من الأودية التي تدفع بكميات من السيول، ومنطقة الدراسة بها واديان مهمان، من حيث المساحة والطول، وخصائص الجريان، وتتسم الأمطار الصحراوية بالعشوائية العالية في كمياتها وأماكنها وزمنها.

١- تقدير احتمالية السيول

أُعتمد على بعض المتغيرات لتقدير احتمالية خطر السيول باستخدام طريقة "الشامي " التي تعتمد على ثلاث متغيرات، وهي كالآتي:

- معدل التشعب: ارتفاعه يشير إلى بطء الجريان، وعدم تركزه الأمر الذي يسمح بتسرب المياه لباطن الأرض.
- تكرار المجاري: يشير قيمة هذا المتغيرالمرتفعة إلى زيادة تجميع المياه، وفرصة حدوث سيول.
- كثافة التصريف: ارتفاع قيمة هذا المؤشر يزيد احتمال حدوث سيول وبالعكس.

ويعتمد تحديد خطورة الأحواض على تحديد ثلاثة حقول أُعطيت رموزًا، ويدل الحقل (A) والذي يدل تجمع الأحواض فيه على احتمالية سيول منخفضة، ووجود مياه جوفية، والحقل (B) يدل تجمع الأحواض فيه على احتمالية عالية لحدوث سيول. والحقل (C) وهو يدل على منطقة ذات احتمالية متوسطة لحدوث سيول (الشامي،١٩٩٤،ص٦٥،٦٦). وبدراسة أحواض المنطقة، اتضح أن الأحواض و٢، و٤، و٥، والأحسبة، تقع في الحقل (C)؛ أي أنها ذات احتمالية سيول متوسطة، ومياه جوفية متوسطة، بينما يقع وادي ١، و٣، و٦،وقنونة و لومة في المنطقة (A)؛ أي أنه ذا احتمالية سيول ضعيفة، ومياه جوفية عالية.

٢- زمن الاستجابة وسرعة الجريان:

يمكن قياس زمن الاستجابة بالفترة الزمنية التي يستغرقها جريان الماء من أبعد نقطة في الحوض إلى نهايته، ، وسرعة الجريان من أهم المعاملات المورفوهيدرومترية لأحواض التصريف، ومن خلال الجدول (٣-٣) يتضح الآتي:

- سجلت أحواض السهل الساحلي، ووادي لومة، ووادي رقم ٣ زمن استجابة أعلى من أحواض جبال السروات، وادي قنونة، ووادي الأحسبة، ويُلاحظ أن زمن الاستجابة

- يتناسب عكسيًا مع معدلات الانحدار؛ فوادي الأحسبة سجل أقل زمن استجابة في الأودية الكبرى حيث وصل معدل الانحدار فيه (١٤.١٦).
- تعكس سرعة الجريان في أحواض المنطقة معدل انحدار هذه الأحواض، ويظهر ذلك في أحواض السهل الساحلي التي تتفق فيها سرعات الجريان مع معدلات الانحدار، بينما تزيد سرعة الجريان في أحواض جبال السروات التي يزيد فيها الانحدار. وقد سجل حوض وادي قنونة سرعة جريان (٠.٤٦م / ث)، بينما سجل وادي الأحسبة سرعةجريان (٠.٥٣م/ ث)، وهي سرعات متوسطة تدل على خطر فيضان متوسط، بينما سجل حوض وادي لومة سرعة جريان بلغت (٠.٣٤م /ث).

الحوض	معدل انحدار الحوض	زمن الاستجابة (دقيقة)	سرعة الجريان (م/ث)
١	٠.٦٧	٦١٩.٥٨	٠.١٤
٢	٠.٥٧	٧٣٦.٣٦	٠.١١
٣	٠.٩٥	١٦٨٥.٩٤	٠.١١
٤	٠.٥٨	٦٠٩.٧١	٠.٠٩
٥	٠.٦٧	٨١١.٤٥	٠.١٢
٦	٠.١٣	١٥٩٦.٥٠	٠.٠٩
لومة	٥.٢	٨٦٧.٩٠	٠.٣٤
الأحسبة	١٤.١٦	٧٣٠.٣٤	٠.٥٣
قنونة	١٠.٩٥	١١٣٥.١٢	٠.٤٦

الجدول رقم (٣-٣) معدل زمن الاستجابة وسرعة الجريان لأحواض المنطقة

المصدر: إعداد الباحثة

- المساحة الحوضية وهذه من المسلمات؛ كلما زادت مساحة الحوض زادت كمية الأمطار الساقطة عليه، إلا أن ذلك لايعني بالضرورة جريانًا سريعًا وسيولاًعارمة، نظرًا لأن العلاقة غالبًا ما تكون عكسية بين ازدياد مساحة الأحواض، ومعدل انحدارها، فكلما زادت مساحة الأحواض قل انحدارها، ومن ثم قلل ذلك من سرعة التدفق والجريان.
- ويتغير عرض الأحوض الكبرى من منطقة لأخرى؛ حيث يتسع في منطقة المنابع ويضيق في منطقة المصب، بدليل انخفاض قيم معامل الشكل (٠.١٨) لكل من وادي قنونة، والأحسبة، و(٠.١٦) لوادي لومة، و(٠.٢٦) لوادي رقم ٣، وقد أدى هذا الاتساع في مساحات الأحواض العليا للأودية إلى زيادة كمية الأمطار التي تتلقاها، الأمر الذي سمح بحدوث جريانات مائية سريعة في الروافد العليا، بينما نجد أن صغر مساحة الأحواض الدنيا من هذه الأودية قد قلل من كمية الأمطار التي تتلقاها روافدها.كما أن المياه تقطع مسافات طويلة كلما زادت الاستطالة قبل الوصول لمصباتها على العكس من الأحواض الدائرية.

٣- حجم الجريان السيلي المتوقع لأحواض المنطقة:

قدرحجم الجريان السيلي في المنطقة باستخدام معادلة فينكل، وتعتمد هذه الطريقة على ثلاث احتمالات، احتمال ضعيف جدًا ٢% يعطي كمية تصريف كبيرة، احتمال ضعيف ١٠% يعطي كمية تصريف متوسطة، احتمال كبير يعطي كمية تصريف صغيرة، ويتأثر الجريان السيلي في المنطقة بالتأكيد بكمية التساقط، والتكوينات الجيولوجية والانحدارات تختلف فيما بين الأحواض، وفي هذه الطريقة اعتمد على مساحة الأحواض لتقدير حجم الجريان السيلي، ومن خلال الجدول رقم (٣-٤)و(٣-٥) يتضح احتمالات السيول على المنطقة كالآتي:

- على أساس نسبة احتمال ٢%:

بلغت أحجام السيول في المنطقة حوالي ٤٠١.٦٠ مليون م٣ على جميع أحواض المنطقة، أكبر كمية أحجام سيول سجلها وادي قنون حيث بلغت ١٧٤.٩ مليون م٣، وأقلها الوادي رقم ٤ الذيسجل ٢.٦ مليون م٣.وبلغ معدل التصريف عند قمة السيل نحو ٢٣٩١٨.٤١م٣ /ث ، وأكبر معدل تصريف سجل لحوض وادي قنونة ١٠٤٢٢١.٣٥م٣/ ث ،وأقلها الحوض رقم ٤ الذيبلغ ١٥٩.٢٧ م ٣ /ث ،وبلغت مدة حدوث السيل لأحواض المنطقة حوالي ١٦.٧٩ ساعة.

- على أساس نسبة احتمال ١٠%:

بلغت كمية السيول ١٤٧.٤ مليون م ٣، وادي قنونة سجل أكبر كمية ٦٤.٢ مليون م٣، وأقلها الوادي رقم ٣، والوادي رقم ٤ بكمية تتراوحبين ١٢.٢ مليون م٣ ٩٨١.٥ ألف م ٣على التوالي.ومعدل التصريف بلغ ٨٧٨٨.٦٢ م٣،وتراوحت المعدلات مابين ٣٨٢٩.٢٤ م٣ في حوض قنونة و٥٨.٥٢،و٨٠،٦٩ م ٣ في حوضي رقم ٤، ورقم ١، وبلغت مدة حدوث السيل ١٦.٧٧ ساعة.

- على أساس نسبة احتمال ٨٠%:

سجلت كميات سيول تقدر بحوالي ٩٣٤.٤٨ ألف م ٣ في أحواض المنطقة، أكبر كمية في وادي قنونة ٤٠٧.١٥ م ٣،وأقل كمية تروواحت مابين ٧.٤٢ ألف م ٣ في حوض الوادي رقم ١،و٦.٢٢ ألفم ٣ في حوض الوادي رقم ٤. ومعدل التصريف بلغ ٥٥.٦٢ ألف م ٣،أكبر معدل تصريف سجلهوادي قنونة ٤٢.٢٣ م ٣، وأقل قيمة في الحوض رقم ٤ بلغت ٠.٣٧ م ٣. ومدة حدوث السيل على أساس هذا الاحتمال بلغت ٨.١٦ ساعة.

الأحواض	مساحتها	حجم الجريان السنوي م٣ * ١٠ ٣		
		%٢	%١٠	%٨٠
١	٤٤.١٨	٣١٨٩.٧٩	١١٧٠.٧٧	٧.٤٢
٢	٥٣.٠٩	٣٨٣٣.٠٩	١٤٠٦.٨٨	٨.٩١
٣	٤٦٣.٨٣	٣٣٤٨٨.٥٢	١٢٢٩١.٤٩	٧٧.٩٢
٤	٣٧.٠٤	٢٦٧٤.٢٨	٩٨١.٥٦	٦.٢٢
٥	٧٥.٧٨	٥٤٧١.٣١	٢٠٠٨.١٧	١٢.٧٣
٦	٤٩٤.٧٣	٣٥٧١٩.٥٠	١٣١١٠.٣٤	٨٣.١١
لومة	٦٧٢.٨٢	٤٨٥٧٧.٦٠	١٧٨٢٩.٧٣	١١٣.٠٣
الأحسبة	١٢٩٧.٣٨	٩٣٦٧٠.٨٣	٣٤٣٨٠.٥٧	٢١٧.٩٦
قنونة	٢٤٢٣.٥٧	١٧٤٩٨١.٧٥	٦٤٢٢٤.٦٠	٤٠٧.١٦
مجموع	٥٥٦٢.٤٢	٤٠١٦٠٦.٧٢	١٤٧٤٠٤.١٣	٩٣٤.٤٨

الجدول رقم (٣-٤) حجم الجريان السنوي

المصدر:إعداد الباحثة وفق معادلة فينكل

أقصى معدل للتصريف م٣ / ث			مدة حدوث السيل / ساعة		
%٢	%١٠	%٨٠	%٢	%١٠	%٨٠
١٨٩.٩٧	٦٩.٨٠	٠.٤٤	١٦.٧٩	١٦.٧٧	١٦.٨٠
٢٢٨.٢٨	٨٣.٨٨	٠.٥٣	١٦.٧٩	١٦.٧٧	١٦.٨٠
١٩٩٤.٤٦	٧٣٢.٨٥	٤.٦٣	١٦.٧٩	١٦.٧٧	١٦.٨٠
١٥٩.٢٧	٥٨.٥٢	٠.٣٧	١٦.٧٩	١٦.٧٧	١٦.٨٠
٣٢٥.٨٥	١١٩.٧٣	٠.٧٥	١٦.٧٩	١٦.٧٧	١٦.٨٠
٢١٢٧.٣٣	٧٨١.٦٧	٤.٩٤	١٦.٧٩	١٦.٧٧	١٦.٨٠
٢٨٩٣.١٢	١٠٦٣.٠٥	٦.٧٢	١٦.٧٩	١٦.٧٧	١٦.٨٠
٥٥٧٨.٧٣	٢٠٤٩.٨٦	١٢.٩٧	١٦.٧٩	١٦.٧٧	١٦.٨٠
١٠٤٢١.٣٥	٣٨٢٩.٢٤	٢٤.٢٣	١٦.٧٩	١٦.٧٧	١٦.٨٠
٢٣٩١٨.٤٠	٨٧٨٨.٦٢	٥٥.٦٢	١٦.٧٩	١٦.٧٧	١٦.٨٠

الجدول رقم (٣- ٥) أقصى معدل للتصريف ومدة حدوث السيل

المصدر:إعداد الباحثة وفق معادلة فينكل

ولمواجهة خطر السيول لابد من التفكير في عدد من الطرق التي تساعد في تقليل خطورة سيول تلكالأودية، وفي الوقت نفسه تتيح الاستفادةالقصوى من مميزاتها:

- إنشاء مسارات محددة للسيول تعمل للتحكم في حركة السيل بكل حمولته المتوقعة، من الوادي إلى البحر، مع مسارات السيول الطبيعية حتى لا تتأثر الشعاب المرجانية.
- الابتعاد عن البناء في بطون الأودية، ومراقبة التعديات على المجاري المائية، وإزالة القرى الموجودة في بطون الأودية، ومراقبة عمليات البناء على جوانب المجاري، وتوجيه استخدامات الأراضي، وتطبيق القوانين المنظمة لمجاري السيول.
- القيام بعمل سدود عرضية لحماية القرى الموجودة، والطرق التي يجب بناؤها بناءً مرتفعًاعن أرضية الأودية.وأيضًا للاستفادة من المياه التي تُحتجز خلفها، وإنشاء مثل تلك السدود في المناطق السهلية يساعد على تغذية الخزان الجوفي للمياه.

- إنشاء عدد من السدود الركامية على روافد الأودية للتقليل من سرعة اندفاع المياه باستخدام الكتل الصخرية المفككة في أنحاء هذه المجاري.
- الاهتمام بنظام الإنذار المبكر من خلال إقامة محطات دائمة لقياس التدفق ومراقبته في الأودية.
- التوسع في الزراعات التي تتحمل الجفاف خلف هذه السدود.

الفصل الرابع

٤-١النتائج

٤-٢التوصيات

٤-١النتائج:

من خلال الدراسة الحالية لساحل المنطقة اتضح عدد من النتائج المهمة التي تعطينا تصورًاعن السمات الجيومورفولوجية للمنطقة،وهي:

- يعتبر تكوين منطقة الدراسة نتيجة لتكون أخدود البحر الأحمر، وما صاحبه من حركات رفع مستمرة ارتبطت بها فترة مطيرة في نهاية الميوسين، وحفرت خلالها الأودية في المنطقة، وفي الزمن الرابع اكتملت منطقة الدراسة بظاهراتها الجيمورفولوجية، وسادت ظروف الجفاف في الهولوسين.
- تظهر التكوينات الجيولوجية في شكل نطاقات موازية لساحل البحر الأحمر، وتتابع هذه التكوينات من الأحدث إلى الأقدم مع الاتجاه من الغرب إلى الشرق، وهذا التتابع يوضح طبيعة العلاقة بين اليابس وكلاً من العمليات النهرية والبحرية على جيمورفولوجية المنطقة.
- تضم المنطقة نوعين اساسين من الصخور؛ الصخور قبل الكامبرية، والتي تنقسم إلى المتطبقة قبل الكامبرية بنسبة ٤٢.٧٩%،والصخور الجوفية البلوتونية بنسبة ٢٢.٣٢%،أما الرسوبيات المتحولة فنسبتها ٢.٧٠%، وتكونت خلال الزمن الثالث في تكوين بيض، وأما الزمن الرابع فشمل الرواسب الهوائية، ورواسب الأودية، ورواسب السبخات، وتشكل ٣٢.١% من مساحة منطقة الدراسة.
- يؤثر العامل الجيولوجي على حجم الرواسب، فالرواسب في مناطق الصخور النارية تتسم بكبر حجمها نتيجة لصلابة الصخر، في حين أن الرواسب صغيرة الحجم تتكون في مناطق الصخور الهشة.
- عانت المنطقة من الحركات الصدعية التي صاحبت تكون أخدود البحر الأحمر.فالكثافة الصدعية بلغت ٠.٢٩كم / كم^{٢}،وتشكل نسبة الصدوع ذات الاتجاه الشمالي ٢٦.٧% النسبة الأكبر في اتجاه الصدوع.
- المناخ الحالي يقتصر دوره على تعديل الملامح الجيمورفولوجية للمنطقة.وتأتي السيول شبه الموسمية، والحرارة، والرياح في مقدمة العوامل الجيمورفولوجية التي تعكس ظروف المناخ الحالي الذي يتميز بدرجات حرارة مرتفعة وصلت إلى ٥٢°، وكميات الأمطارتتفاوت حسب الارتفاع فتصل إلى ٣٠٦ ملم في محطة الباحة في المرتفعات، وتصل إلى ٥٦ ملم في محطة دوقة الساحلية المنخفضة. وسرعة الرياح متوسطة في المنطقة تبلغ ١٢كم / الساعة.
- حوالي٨٠.٢٤% من مساحة المنطقة لايتجاوز انحدارها ١٨°، فالانحدارات الخفيفة تغطي الأجزاء السفلى من الأحواض الكبرى، وجميع أجزاءأحواض المنطقة الساحلية، وتتميز الأجزاء العليا من أحواض قنونة والأحسبة بشدة انحدارتها المرتبطة بالمنطقة الانكسارية، فبلغ أشد انحدار (٨١.٩٨°) في أعلى وادي الأحسبة.
- أوضحت دراسة الخريطة الجيمورفولوجية لظاهرات المنطقة إلى انقسام تلك الظاهرات إلى ظاهرات ناشئة عن فعل المياه، وظاهرات ناشئة عن فعل الرياح وظاهرات بنيوية، كالجبال وخط الانكسار الرئيس، وتشمل الظاهرات الناشئةعن فعل المياه ظاهرات

العمليات النهرية كالأودية، والدلتاوات، وقنوات السيول، والمدرجات النهرية، وظاهرات العمليات البحرية كالسباخ الساحلية، والشعاب المرجانية، والجروف البحرية، والجزر.

- تمثل الدلتاوات أشكال تراكم، وارتبطت بالعمليات النهرية، وتكونت في بداية الزمن الرابع، وأن العلاقة بين أبعاد أحواض التصريف، ودلتاواتها هي علاقة طردية.
- تمثل الأشكال الريحية مظهرًا عامًا للمنطقة يعكس ظروف الجفاف الحالي، وتمثل الكثبان الرملية بأنواعها أهم أشكال التراكم الهوائي شيوعًا في السهل الساحلي، ثم النباك التي تنتشر في المواقع المرتبطة بالمياه مثل: بطون الأودية، والسبخات.
- تنتشر السباخ الساحلية مشكلة مظهر للعمليات الساحلية على طول الساحل، ويساعد على ذلك بشكل كبيرالسهول الساحلية المنخفضة، والمستوية التي تغمرها مياه المد.
- تنقسم أودية الدراسة وفق منابعها إلى أودية تنبع من منطقة خط الشعاف، وهي وادي الأحسبة، ووادي قنونة، والأدوية الأخرى تنبع من تلال السهل الساحلي، والمناطق السهلية، وتتخذ القطاعات الطولية لأهم أودية المنطقة الشكل المقعر، وكذلك أمكن تمييز نقاط تغيير في وادي الأحسبة، ووادي لومة، وارتباطهما بالصدوع في المنطقة.
- تميل الأحواض للاستطالة بلغت نسبة متوسط استطالة الأحواض(٠.٥١)، ومتوسط نسبة الاستدارة (٠.٢٦)، ونسبة معامل الشكل (٠.٢١) الأمر الذي يعني أن الأحواض تمارس الحت التراجعي لزياة أطوالها على حساب الحت الجانبي، وبذلك تقطع المياه مسافة طويلة للوصول للمصبات، ومعرضة للتبخر، والتسرب، وفقدان فعاليتها.
- متوسط نسبة التشعب في الأحواض (٤.١)، ونسبة كثافة التصريف (١.١٨كم)، وهي نسب منخفضة بسبب صلابة التكوينات، وشدة الجفاف في المنطقة.
- تأثرت درجات الوعورة بالانحدار؛ إذ وجد في الغالب أن الأحواض ذات الانحدار الشديد تتسم بارتفاع قيم درجة الوعورة.
- ماتزال الأحواض الكبرى، الأحسبة، وقنونة في قمة نشاطهم الحتي، وأمامهم الكثير حتى يصلوا إلى نهاية دورتهم الحتية بتسوية جميع تضاريس أحواضهم.
- أن الأحواض في منطقة الدراسة مختلفة في تضاريسها فالأحواض الكبرى أجزاء كبيرة منها ضمن المناطق الجبلية الانكسارية شديدة الانحدار، وأن أجزائها السفلى مستوية، وأحواض المنطقة السهلية كلها تقع ضمن السهول المستوية.
- بلغت أعداد المجاري ٤٢٠٥ مجرى، تشكل مجاري الرتبة الأولى والثانية نحو٩٤.٨٤% من أعداد المجاري.والعلاقة بين عدد المجاري والرتبة علاقة عكسية، فعدد المجاري يقل مع زيادة الرتبة حتى تصل إلى مجرى واحد في آخر رتبة، فمعدل أطوال المجاري يزيد مع زيادة الرتبة.
- تتأثر المجاري في المنطقة تأثرًاعامًا باتجاه الانحدار العام في المنطقة نحو الجنوب الغربي؛ حيث شكلت المجاري المنحدرة نحو هذا الاتجاه مانسبته٢٨% من أطوال المجاري أكثر من كونها متأثرة بالصدوع.
- تنشط في المنطقة عملية التجوية، وقد تباينت تأثيرات أنواع من التجوية على صخور المنطقة، وتنوعت أشكالها نتيجة الخصائص الصخرية والكيميائية للمنطقة، وعلاقتها بالظروف المناخية، والصخرية، والحيوية، ويغلب على منطقة الساحل التجوية الملحية.

- تشير الدراسة إلى أن العمليات النهرية الآن تعمل عملاً بطيئًاعلى تعرية السفوح، ونقل الرواسب، وأن السيول شبه الموسمية هي العامل النهري المؤثر حاليًا.
- تتعرض الدلتاوات لخطر التآكل نتيجة قلة التغذية الإرسابية من الأودية، ونشاط عملية إذابة الحجر الجيري على الساحل، وأن المشاريع الأساسية فيها محفوفة بالمخاطر.
- أوضحت الدراسة ضعف العوامل البحرية، حيث توجد الأطر المرجانية وضحولة المياه أمام خط الساحل، ويمتد الساحل حوالي ٥٠ كم، في اتجاه عام من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي.
- قامت الإرسابات النهرية البلايستوسينة في الزمن الرابع بدور في تشكيل خط الساحل وتعرجاته.
- تُعَدُّ أمواج المنطقة أمواجاً ضعيفة لاتقوى على تشكيل المنطقة بسبب ضحولة المياه الأمر الذي سمح في كثير من المناطق بتكشف الأطر المرجانية، وبالتالي تكسر الأمواج على مقدماتها قبل أن تصل خط الساحل، وتمارس عملها.
- توصلت الدراسة إلى انعدام دور التيارات البحرية، وهو ماتشير إليه كثير من الدراسات على البحر الأحمر، نظرًا لضيق المسطح المائي للبحر الأحمر، ويقتصر دوره على توزيع الرواسب والمفتتات.
- تقوم الإذابة الكارستية بدور بارز في نحت الساحل، ويدل عليها تكون مقدمة خط الساحل والألسنة فوق الحجر الجيري الشعابي، والمعروف بسرعة ذوبانه، وضعف الأمواج في المنطقة.
- يتضافر كل من العامل الكميائي والبيولوجي في إذابة الحجر الجيري على ساحل المنطقة، وينعدم العامل الميكانيكي للأمواج البحرية.
- تتعرض المنطقة لأخطار جيمورفولوجية تشمل السيول حيث أمكن تحديد أحجامها، ودرجة خطورتها.

٤ـ٢ التوصيات:

وتخلص الباحثة إلى عدة توصيات وضحت أهميتها من خلال الدراسة السابقة وهي :

- إن عملية إذابة الحجر الجيري بحاجة إلى دراسة مستفيضة مقترنة بوجود صور فضائية لسنوات كثرة تظهر معدلات النحت على ساحل البحر الأحمر.
- ساحل البحر الأحمر السعودي بحاجة إلى المزيد من الدراسات الجيومورفولوجية، التي توضح أثر العمليات الجيمورفولوجية المختلفة عليه.
- مراقبة الأجزاء التي تتعرض إلى التآكل، ومحاولة معالجتها باستمرار؛ وذلك من خلال عمل رصيف، ووضع خرسانات تحد من عمليات الإذابة.
- استغلال منطقة الدراسة سياحيًا واقتصاديًا؛ ومحاولة تثبيت الكثبان الرملية التي تسود حاليًا المنطقة بسبب الجفاف.

المراجع:

أولاً: المراجع العربية:

١- أبوالعز،محمد صفي الدين،(٢٠٠١م)، قشرة الأرض دراسة جيمورفولوجية، دارغريب، القاهرة.

٢- أبو العينين، حسن سيد احمد (١٩٩٥م)، أصول الجيمورفولوجيا:دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية.

٣- الأماره، فارس جاسم، السعد، حامد طالب، خلف، طالب عباس، (٢٠٠٨)، بعض الخصائص الكيماوية والفيزياوية، والأملاح المغذية في مياه ساحل المخا: اليمن ومقارنتها بالخليج العربي، مركز علوم البحار، جامعة البصرة.

٤- أبو رية، أحمد محمد (٢٠٠٧م)، المنطقة الممتدة بين القصير ومرسي أم عيج، رسالة دكتوراه مقدمة لقسم الجغرافيا، كلية الادآب، جامعة الإسكندرية.

٥- البارودي، محمد سعيد، (١٩٨٤)، منطقة الساحل السوري:دراسة جيمورفولوجية، رسالة دكتوراه مقدمة لقسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس.

٦- البارودي، محمد سعيد،(٢٠٠٠م)، تغيرات مستوى سطح البحر خلال البلايستوسين وآثارها الجيمورفولوجية على طول الساحل الشرقي للبحر الأحمر، بحوث جغرافية، الجمعية الجغرافية الكويتية.

٧- البارودي، محمد سعيد، (١٩٨٩م)، جزر فرسان:دراسة جيمورفولوجية، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.

٨- البارودي، محمد سعيد،(١٩٩٧م)، مورفولوجية الشعاب المرجانية البلايستوسينية والحديثة وأثر التغيير البيئي عليها في مواقع مختارة على طول الساحل الشرقي للبحر الأحمر، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.

٩- البارودي، محمد سعيد،(٢٠٠٣م)، الأنماط الجيمورفولوجية للسباخ الساحلية:دراسة لمواقع مختارة على طول الساحل الشرقي للبحر الأحمر،رسائل جغرافية، الجمعية الجغرافية الكويتية.

١٠- البارودي، محمد سعيد، (٢٠٠٤م)، الأسس الجيولوجية ودورها في نشأة مظاهر السطح لمنطقة الحرم المكي، معهد البحوث العلمية، جامعة أم القرى.

١١- البارودي، محمد سعيد،(٢٠٠٧م)، الأدلة الجيومورفولوجية على فترات المطر والجفاف خلال عصر البلايستوسين والهولوسين على طول المناطق الغربية للملكة العربية السعودية،رسائل جغرافية (٣٢٨)، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.

١٢- البارودي، محمد سعيد،(٢٠١٢م)، تقدير أحجام السيول، ومخاطرها عند المجرى الأدنى لوادي عرنةجنوب شرق مدينة مكةالمكرمة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، بحوث جغرافية (٤٨)، الجمعية الجغرافية المصرية.

١٣- تراب، محمد مجدي،(١٩٩٧م)، أشكال السواحل المصورة،منشأة المعارف، الإسكندرية.

١٤- الجعيدي، فرحان حسين، (١٩٩٧م)، دور مرئيات الاستشعار عن بعد في إعداد الخريطة الجيمورفولوجية لحوض وادي الحرملية، رسالة ماجستير مقدمة لقسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الملك سعود.
١٥- الجعيدي، فرحان حسين،(٢٠٠٨م)، الخصائص الهيدروموروفومترية، وخصائص السيول في أحواض السدود المقترحة على أودية علية في الخرج، بحوث جغرافية،الجمعية الجغرافية السعودية، الرياض.
١٦- جودة، حسين جودة،(٢٠٠٣م) معالم سطح الأرض، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
١٧- جودة، حسنين جودة،(٢٠٠٤م) أسس الجغرافيا العامة، منشأة المعارف، الإسكندرية.
١٨- جودة، حسنين جودة،(٢٠٠٢م) الأراضي الجافة وشبه الجافة، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
١٩- الحواس،علي عساف،(٢٠٠٧م)، توظيف تكاملي لتقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لتحديد وتحليل الخصائص الهيدروموروفومترية لأحواض التصريف الصحراوي. الجمعية الجغرافية السعودية، الرياض.
٢٠- الحربي، خالد مسلم معوض (١٩٩٩م).مصادر المياه بمنطقة وادي الليث دراسة في جغرافية الموارد، رسالة ماجستير غير منشورة مقدمة لقسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة ام القرى.
٢١- خطاب،محمد إبراهيم محمد،(٢٠٠٧م) جيومورفولوجية السهل الساحلي للبحر الأحمر بين القصير ومرسي علم وأثرها على السياحة، رسالة ماجستير مقدمة لقسم الجغرافيا، جامعة القاهرة.
٢٢- الدالي،السيد محمد،(٢٠١٢م)، السهل الساحلي للبحر الأحمر من الحدود المصرية السودانية شمالاً حتى رأس أبو شجرة جنوبًا:دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية، رسالة دكتوراه مقدمة لقسم الجغرافيا، جامعة القاهرة.
٢٣- داوود،جمعة محمد،(٢٠١٢)، أسس التحليل المكاني في إطار نظم المعلومات الجغرافية،https://uqu.edu.sa/page/ar/210903
٢٤- الدليمي، خلف حسين (٢٠٠١م) الجيمورفولوجيا التطبيقية:علم شكل الأرض التطبيقي،الطبعة الأولى، الأهلية، عمان.
٢٥- الدليمي،خلف حسين (٢٠٠٤م) التضاريس الأرضية دراسة جيمورفولوجية عملية تطبيقية، الطبعة الأولى،عمان.
٢٦- ديمارتون، ترجمة عمر الحكيم، (١٩٦٨م)، المفصل في الجغرافيا الطبيعية، الجزء الثاني:تضاريس الأرض، مطبعة جامعة دمشق.
٢٧- الرحيلي،أمينة عطاالله،(٢٠٠٥م)، خصائص المناخ في منطقة مكة المكرمة، رسالة ماجستير مقدمة لقسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى.
٢٨- علاجي،آمنة احمد محمد ،(٢٠١٠)، تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرلوجية في حوض وادي يلملم، رسالة ماجستير مقدمة لقسم الجغرافيا، جامعة أم القرى.

٢٩- سباركس، ترجمة ليلى عثمان، (١٩٧٨م)الجيمورفولوجيا، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.
٣٠- سلامة، حسن رمضان، (١٩٨٠م)، دراسات العلوم الإنسانية، التحليل الجيمورفولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الأردن، مجلة دراسات الجامعة الأردنية، مجلد (٧) العدد الأول.
٣١- سلامة، حسن رمضان،(١٩٨٢م)، الخصائص الشكلية، ودلالاتها الجيمورفولوجية، بحوث جغرافية(٤٣)، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.
٣٢- سلامة،حسن رمضان، (٢٠٠٤م)، أصول الجيمورفولوجيا، الطبعة الأولى، دار المسيرة،عمان.
٣٣- سلوم،عزوان محمد امين ، (٢٠١٢)، حوض وادي هريرة :دراسة جيمورفولوجية ، مجلة جامعة دمشق ،المجلد٨ح ، العدد (٤) ٥١٣-٥٧٩.
٣٤- سليم،محمد صبري، راضي،محمود دياب، (١٩٨٥م)، العمليات الجيومورفولوجية، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة.
٣٥- الشامي، إبراهيم زاريا، (١٩٩٥م)، التحكم في السيول، والاستفادة من مياهها ودرء أخطارها، الجمعية الجغرافية المصرية، ندوة المياه، المجلد الأول، القاهرة.
٣٦- شرف،عبد العزيز طريح،(١٩٩٣م)، الجغرافية الطبيعية: أشكال سطح الأرض، مؤسسة الثقافة الجامعية.
٣٧- الشريف،عبد الرحمن صادق، جغرافية المملكة العربية السعودية:الجزء الثاني إقليم جنوب غرب المملكة، (١٤٠٣م)، دار المريخ، الرياض.
٣٨- متولي،عبدالصمدعبدالعزيزعلي،(٢٠٠١م)، حوض وادي وتير دراسة جيومورفولوجية، أطروحة دكتوراه مقدمة لقسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
٣٩- مرزا،معراج نواب، البارودي، محمد سعيد(٢٠٠٥م)، السمات المورفولوجية والخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأودية الحرم المكي،مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية، والاجتماعية، والإنسانية. عدد خاص بمناسبة اختيار مكة المكرمة عاصمة للثقافة الإسلامية لعام ١٤٢٦هـ.
٤٠- محسوب، محمد صبري،(١٩٩٧)، جيمورفولوجية الأشكال الأرضية،الطبعة الأولى، دار الفكر العربي، القاهرة.
٤١- المهيدب، عبدالله إبراهيم، (٢٠٠٢م)، التربة السبخة في المملكة العربية السعودية: خواصها وطرق معالجتها، مجلة جامعة الملك عبدالعزيز، المجلد ١٤العدد الثاني.
٤٢- كنيث والطون، ترجمة علي عبدالوهاب شاهين، (١٩٩٠م)، الأراضي الجافة، منشأة المعارف، الإسكندرية.
٤٣- الودعاني،٢٠١٤، إدريس علي سلمان، مخاطرالسيول في منطقة جازان جنوبي غربي المملكة العربية السعودية: منظورجيومورفولوجي، مجلةجامعةجازان، المجلد٣، العدد ١، ١٥-٩٠
٤٤- الوليعي،عبدالله بن ناصر،(٢٠٠٨م)، جيولوجية وجيمورفولوجية المملكة العربية السعودية: أشكال سطح الأرض، بدون ناشر.

٤٥- الوليعي،عبدالله بن ناصر (١٩٩٢م)، تعرج الأنهار والأودية:دراسة تطبيقية لبعض الأودية الجافة في المملكة العربية السهودية، بحوث جغرافية (١٢)، الجمعية الجغرافية السعودية، الرياض.
٤٦- الوليعي،عبدالله ناصر،(١٤٠٨)، تغيرات المناخ في المناطق الجافة:حالة المملكة العربية السعودية،الكتاب الجغرافي السنوي، جامعة الإمام محمد بن سعود،المجلد (٤) ٣١-٨٥.

ثانيًا: المراجع غير العربية:

1. Bird,E, (2008), Coastal geomorphology an introduction ,second edition,john wiley&sons,ltd.
2. Chorley,R ,S,Shumm, and, D,Sugdem,(1985),Geomorphology, Methuen Inc,NY,USA.
3. Chorley,R. and,Kennedy,(1971), Physical geography :Asystem Approach, prentice Hall, International.Inc
4. Davies, J, L, (1972), Geographical variation un coastal development ,Edinburg :Oilverand Boyd.
5. Gregory,K,J, and Walling, D.E, (1973) Draing Baasin Form and process, Ageomorphologieal Approach, EdwardArnold, London.
6. Finkel, H,H (1997) Water Resources in Arid zone settlement، a case study in arid and Settilement, the Israeli Experience,G Colaany ed.,Pergamon.
7. Hermas,E.A,Abou El-Magd,I.H,Saleh,A.S(2010),Monitorimg the lateral channel movements on the alluvial fan of wadi feiran drainage basin:south Sinai Egypt using multi temporal satellite imagery.journal of Africa earth sciences(58)89-96
8. Horton،RE (1945) , Erosional development of stream and their drainage basins:Hydro physical Approach to quantitative Morphology . Geol Soc.AM Bull., Vol.56pp.275-370.
9. Jaton, J,F, (1980) Hydrologic De surface : Ecoulement De Surface Et Debits des Crues, Ecol, Polytechnique, Institute De Genine Rural. Lausanne, 129 pages
10. Maidment, David, (1993) , Handbook of Hydrology New York,McGraw hill inc.
11. Morris,G.L,fan,J, (2009), Reservoir Sedimentation Handbook, Electronic Version, McGraw-Hill.

12. Schumm,S,A.(1954),The Relation of drainage basin relief to sediment loss, internal Assoc.Sci.Hyd Pub.,Papre No.36, P.P.19-216
13. Schumm.S,A(1956),The evolution of Drainage Systems and Slopes in Bad-lands at pret Amboy, New Jersey , Geol Soc.Amer.Bull. , Vol, 67, pp 597-646
14. Strahler,AN .(1964) Quantitativa Analyses of Watershed، geomorphology, Trans .Amer.Ge-ophys Union, 38:913-920.
15. AlWashmi,H.A.,Gheith،A.M,&Nabhan,A.I(2005).Geomorphological Features, Sediment Distribution and Transport Along Ash Shuqayq-AlHuraydah Coastal Area,Southern Red sea, Saudi Arabia .JkAU:Mar.Sci.Vol.16,pp:57-80
16. Young, A., (1978). Slopes, Longman Inc. New York. USA.

المراجع على شبكة الانترنت:

http://pubs.usgs.gov/of/1997/ofr-97-470/OF97-470B

http://www.makkah.gov.sa

http://www.wikimapia.org

http://en.wikipedia.org/wiki/Beaufort_scale

<u>الملحق</u>



أحجام الجلاميد في مجرى وادي قنونة



آثار السيول في المجرى الأدنى من وادي قنونة



رفع طريق ترابي عن جوانب الوادي



الشرم الصناعي على كورنيش مدينة القنفذة



الطريق الساحلي